

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
Кафедра «Технология машиностроения»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Разработка технологического процесса изготовления корпус 4МЮ 23/32 31.15.220	

УДК 621.81-214.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А41	Соловьева О. Д.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент кафедры ТМС	Зайцев К. В.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Нестерук Д. Н.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. Кафедрой БЖДЭиФв	Солодский С. А.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технология машиностроения	Моховиков А. А.			

Томск – 2018 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический
 Направление подготовки Агроинженерия
 Кафедра Технология машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой
 _____ Моховиков А.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
10А41	Соловьевой Ольге Дмитриевне

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса 4МЮ 23/3231.15.220	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	6 июня 2018 г.
--	----------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертеж детали 2. Производственная программа выпуска детали
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитическая часть 2. Формулировка проектной задачи 3. Технологическая часть 4. Конструкторская часть 5. Раздел «Социальная ответственность» 6. Квалиметрическая оценка проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Чертежи детали и заготовки 2. Карты наладок 3. Чертеж специального приспособления
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Д. Н.
Социальная ответственность	Солодский С. А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ТМС	Зайцев К. В.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А41	Соловьева Ольга Дмитриевна		

Планируемые результаты обучения по ООП «Машиностроение»

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	Общекультурные компетенции
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
	Профессиональные компетенции
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефте- газодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	Общекультурные компетенции
	прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 94с., 14 рисунков, 28 таблиц, 26 источников, 8 листов графической части.

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологического процесса изготовления корпуса 4МЮ.23/32.31.15.220».

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ДЕТАЛЬ, ЗАГОТОВКА, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, МЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.

Цель данной выпускной квалификационной работы – подведение итогов о полученных инженерных навыках на протяжении всего срока обучения, разработка оптимального технологического процесса механической обработки корпуса в условиях мелкосерийного производства, с учетом важнейших направлений развития технологии механической обработки в машиностроении.

В аналитической части работы приводится описание: служебного назначения изделия, действующего технологического процесса механической обработки, отработки конструкции детали на технологичность.

В технологической части работы решены вопросы выбора заготовки и метода ее получения, составления маршрута механической обработки, выбора средств технологического оснащения, расчет режимов резания и припуска на механическую обработку, нормирование механической обработки.

В конструкторской части содержится описание конструкции разработанного приспособления, конструкции режущего и мерительного инструмента.

В организационной части приводится расчет требуемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки, расчет числа работающих.

В разделе «Социальная ответственность» разработан необходимый комплекс мероприятий по технике безопасности, охране труда и защите окружающей среды.

В разделе « Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выполнены соответствующие расчеты, определена себестоимость детали и ожидаемая годовая прибыль от реализации.

ABSTRACT

Graduate work 94c., 14 figures, 28 tables, 26 sources, 8 sheets graphic part.
Subject final qualifying work: "Development process of manufacturing 4MYU.23/32.31.15.220 body."

Keywords: PROCESS, PART PROCESSING, hones, CUTTING TOOLS, MEASURING TOOLS, PROCESS EQUIPMENT.

The purpose of this final qualifying work - summarizing its findings engineering skills throughout the study period, the development of optimal machining process corps in small-scale production, taking into account the most important trends in the development of technology in mechanical machining.

In the analytical part of the paper describes: official purpose products acting process machining, working out design details for manufacturability.

In the process of the work addressed issues of selecting the method of preparation and its preparation, preparation route machining, selection of technological equipment, calculation of cutting and machining allowance, rationing machining.

In the design of the structure contains a description of the developed devices, design cutting and measuring tools.

In the organizational part, a calculation of the required amount of equipment and its load coefficients, the calculation of the number of employees.

In the "Health, safety and environmental project" developed the necessary range of safety measures, occupational health and environmental protection.

In the economic part of the applicable calculations, determine the cost and details of the expected annual profit from the sale.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	11
1 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА	12
1.1 Аналитическая часть	13
1.1.1 Служебное назначение детали корпус 4МЮ 23/32 31.15.220	13
1.1.2 Производственная программа и определение типа производства	14
1.1.3 Анализ технологичности корпус 4МЮ 23/32 31.15.200	15
1.1.4 Действующий технологический процесс изготовления корпуса 4МЮ 23/32 31.15.220	18
1.1.5 Анализ действующего технологического процесса	25
1.2 Технологическая часть	26
1.2.1 Выбор заготовки и метода ее изготовления	26
1.2.1.1 Заготовка, получаемая из проката на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП)	26
1.2.1.2 Заготовка получаемая из полосы стальной горячекатаной	28
1.2.2 Выбор баз	29
1.2.3 Составление технологического маршрута обработки	34
1.2.4 Выбор средств технологического оснащения	36
1.2.4.1 Выбор оборудования	36
1.2.4.2 Выбор средств технологического оснащения	39
1.2.5 Расчет припусков на механическую обработку	41
1.2.6 Расчет режимов резания	45
1.2.7 Нормирование технологического процесса	51
1.3 Конструкторская часть	55
1.3.1 Обоснование и описание конструкции	55
1.3.2 Расчет зажимных элементов приспособления	55
1.3.3 Расчёт приспособления на точность	56
1.4 Организационная часть	58
1.4.1 Определение трудоемкости программы выпуска изделий	58
1.4.2 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки	58
1.4.3 Определение численности рабочих	60
2 ОХРАНА ТРУДА, БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	62
2.1. Характеристика объекта исследования	62
2.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов	64
2.3 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте	67
2.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места. Вентиляция и кондиционирование	69
2.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	69
2.6 Психологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте	73
2.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	74

2.8 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды	75
2.8.1 Охрана атмосферы	75
2.8.2 Охрана водного бассейна	76
2.8.3 Утилизация и ликвидация промышленных отходов	77
2.9 Заключение	77
3 ФИНАНСОВАЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	79
3.1 Расчет объема капитальных вложений	79
3.1.1 Стоимость технологического оборудования	79
3.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования	81
3.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений инвентаря	81
3.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений	81
3.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах	82
3.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве	82
3.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции	82
3.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности	82
3.1.9 Денежные оборотные средства	83
3.1.10 Сумма капитальных вложений	83
3.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	83
3.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	83
3.2.2 Расчёт заработной платы производственных работников	84
3.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	84
3.2.4 Расчет амортизации основных фондов	85
3.2.4.1 Расчет амортизации оборудования	85
3.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий	86
3.2.5 Отчисления в ремонтный фонд	86
3.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования	87
3.2.6.1 Затраты на СОЖ	87
3.2.6.2 Затраты на сжатый воздух	87
3.2.7 Затраты на силовую электроэнергию	87
3.2.8 Затраты на инструмент приспособление и инвентарь	88
3.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	88
3.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала	89
3.2.11 Прочие расходы	90
3.3 Экономическое обоснование технологического проекта	90
4 КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТ	92
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	93
Приложение А ФЮРА.057.008.002 Приспособление фрезерное спецификация	95
Графический материал	на отдельных листах
ФЮРА.057.008.001 Корпус (лист 1)	

ФЮРА.057.008.001 Корпус (лист 2)
ФЮРА.057.008.002 Карта наладки (лист 1)
ФЮРА.057.008.002 Карта наладки (лист 2)
ФЮРА.057.008.002 Карта наладки (лист 3)
ФЮРА.057.008.002 Карта наладки (лист 4)
ФЮРА.057.008.003 Приспособление фрезерное (лист 1)
ФЮРА.057.008.003 Приспособление фрезерное (лист 2)
Диск CD-R в конверте на обороте обложки
Файл Пояснительная записка в формате Документ Word
Файл ФЮРА.057.008.001 Корпус в формате Компас-чертежи «CDW»
Файл ФЮРА.057.008.002 Карты наладки в формате Компас-чертежи «CDW»
Файл ФЮРА.057.008.003 Приспособление фрезерное Компас-чертежи «CDW»

Введение

Машиностроение определяет состояние производственного потенциала Российской Федерации, обеспечивает устойчивое функционирование жизненно важных комплексов отраслей промышленности и секторов экономики, а также строительной индустрии и наполнения потребительского рынка. От уровня развития машиностроения напрямую зависят важнейшие удельные показатели валового внутреннего продукта страны, производительность труда, уровень экологической безопасности промышленного производства.

Развитый машиностроительный комплекс, высокий уровень его технологий, конкурентоспособность выпускаемых машин и механизмов являются неперенным условием динамичного развития экономики.

Задача машиностроения заключается в создании совершенных конструкций машин и передовой технологии её изготовления. Основное направление в развитии технологического процесса – это создание принципиально новых технологических процессов и замена существующих процессов более точными и экономичными.

Главное внимание уделяется вопросам сокращения сроков подготовки производства и повышению качества продукции машиностроения. В значительной степени качество и технико-экономические показатели выпускаемой продукции зависят от подготовки производства, важной составной частью которой является проектирование технологического процесса.

Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкции машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. Важно, качественно, дешево и в заданные сроки с минимальными затратами изготовить машину, применив высокопроизводительное оборудование, технологическую оснастку, средства автоматизации и механизации производства.

1 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. 10А41

О. Д. Соловьева

(Подпись)

(Дата)

Проверил

К. В. Зайцев

доцент кафедры ТМС

(Подпись)

(Дата)

Нормоконтроль

К. В. Зайцев

доцент кафедры ТМС

(Подпись)

(Дата)

1.1 Аналитическая часть

1.1.1 Служебное назначение детали корпус 4МЮ 23/32 31.15.220СБ.

Блок гидроприхвата 4МЮ 23/32 31.15.200СБ предназначен для постоянной подачи рабочей жидкости под давлением в полость домкрата передвижки секции крепи, с целью обеспечения постоянного усилия при выдвигке конвейера на участке прохождения комбайна без участия оператора. Блок гидроприхвата устанавливается на плиту с блоком управления (РГС), соединяясь с магистралью «слива», «напора» и «управления».

Корпус 4МЮ 23/32 31.15.220 является базовой деталью гидросистемы блока гидроприхвата 4МЮ 23/32 31.15.200, в который в дальнейшем устанавливаются:

- седло;
- плита транспортная;
- прокладка;
- упор;
- шайба;
- пружина.

Рабочая жидкость давлением 32 МПа подается в отверстие «У». Далее через клапан жидкость под давлением поступает в гнездо У2 и открывает клапан, это давление поступает в полость домкрата передвижки, которая толкает конвейер и через фильтр в гнездо У3 для подпитки через У2. Гнездо У1 предназначено для разгрузки давления в гнезде У2.

Корпус, представляет собой штамповку из стали Сталь 35, свойства которой представлены в таблицах 1.1, 1.2 и 1.3

Таблица 1.1 – Химический состав стали Сталь 35.

Химический состав, %									
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As	Fe
0,32-0,4	0,17-0,37	0,5-0,8	до 0,25	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,35	до 0,08	~97

Таблица 1.2 – Физико-механические свойства стали Сталь 35.

Физико-механические свойства:	
Предел текучести σ_T , [МПа]	315
Временное сопротивление при растяжении σ_B , [МПа]	530
Плотность ρ , [кг/м³]	$7,85 \cdot 10^3$
Относительное удлинение δ , [%]	20
Относительное сужение ψ , [%]	45
Ударная вязкость КСЧ, Дж/см²	69
Твёрдость, НВ	не более 226
Линейная усадка ε , [%]	1,2

Таблица 1.3 – Технологические свойства стали Сталь 35.

Технологические свойства:	
Термообработка	Нормализация
Температура ковки, °С	начала 1280
	конца 750
Заготовки сечением до 800 мм охлаждаются на воздухе.	
Твердость материала:	143-167 НВ
Температура критических точек, °С	Ac1 = 730 Ac3(Acm) = 810 Ar3(Arcm) = 796 Ar1 = 680 Mn = 360
Свариваемость материала	ограниченно свариваемая
Способы сварки	РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС
Флокеночувствительность	не чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости	не склонна
Обрабатываемость резанием	в горячекатанном состоянии при НВ 144-156 и $\sigma_B=510$ МПа, К _υ б.ст=1,3

1.1.2 Производственная программа и определение типа производства

Цех 58 является механосборочным цехом ООО «Юргинский Машзавод». Цех производит механическую обработку основных деталей горношахтного оборудования, сварочные работы, сборку и испытание комбайнов К500Ю. Кроме того, цех производит ремонт горношахтного оборудования как собственного производств, так и других заводов.

В цехе 58 производятся детали для механизированной крепей, конвейеров, дробилок, очистного комбайна К500Ю и проходческого комбайна КПО-50, а также их ремонт, это корпуса серии М138, корпуса управляющей гидравлики, проушины серии Т400, коллектора серии МКЮ4У, разделители серии 4М138, обработка корпусов комбайнов и др.

В мелкосерийном производстве оборудование располагают в соответствии с последовательностью выполнения этапов обработки заготовок. За каждой единицей оборудования закрепляют несколько технологических операций, для выполнения которых проводят переналадку оборудования. Применяют специализированные и специальные средства технологического оснащения (СТО). Размер производственной партии – от нескольких десятков до сотен деталей.

Таблица 1.4 – Годовая программа выпуска изделий

Наименование изделия	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части	Число деталей			Масса, кг	
					на основную программу	на запасные части	всего	детали	На программу с запасными частями
Корпус 4МЮ 23/32 31.15.200СБ	Корпус 4МЮ 23/32 31.15.220СБ	Сталь35 ГОСТ 977-88	1	5	2000	100	2100	2,3	4830

Предварительно определяем тип производства – мелко -серийный [1,с. 5].

После разработки технологического процесса механической обработки серийность производства будет уточняться по коэффициенту закрепления операций (ГОСТ 14.004-83).

$$K_{30} = \frac{P_o}{C} = \frac{F_d}{N \cdot t_{шт.к-ср}}, \quad (1.1)$$

где P_o - количество операций в технологическом маршруте;

C - расчетное количество рабочих мест, необходимых для выполнения годовой программы;

F_d - действительный годовой фонд времени работы оборудования, час;

N - годовая программа выпуска, шт;

$t_{шт.к-ср}$ - среднее штучно-калькуляционное время выполнения операций.

1.1.3 Анализ технологичности корпус 4МЮ 23/32 31.15.200СБ

В соответствии с ГОСТ 14.205-83 технологичность - это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объеме выпуска и условиях выполнения работ.

Технологичность конструкции деталей обуславливается (по ГОСТ 14.201-83; 14.204-83; 14.205-83):

- а) рациональным выбором исходных заготовок и материалов;
- б) простой формы детали;
- в) рациональной постановкой размеров;

г) назначением оптимальной точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Производственная технологичность конструкции детали — это степень ее соответствия требованиям наиболее производительного и экономичного изготовления. Чем меньше трудоемкость и себестоимость изготовления, тем более технологичной является конструкция детали.

Технологичность детали оценивается с точки зрения возможности применения простых инструментов, методов обработки и измерения, удобства и надежности базирования детали для обработки. Технологичность — понятие комплексное. Она оценивается качественно и количественно.

Качественная оценка технологичности.

Качественная оценка технологичности корпуса 4МЮ 23/32 31.15.220СБ показывает, что:

- конструкция детали допускает обработку плоскостей на проход;
- конструкция детали обеспечивает свободный доступ к обрабатываемым поверхностям;
- в детали отсутствуют плоскости и отверстия, расположенные под тупыми или острыми углами;
- деталь жесткая и не ограничивает режимы резания;
- в корпусе отсутствует внутренняя резьба большого диаметра;
- в конструкции детали имеются базовые поверхности, достаточные по размерам и расстоянию.

В данной детали имеется буртик в центральном отверстии, целесообразней заменить его на канавку, т.к. обработка сквозного отверстия производительнее.

Как показала качественная оценка, конструкция детали является технологичной.

Количественная оценка технологичности.

Один из основных количественных показателей — коэффициент использования металла.

$$K_{им} = G_d / G_z \quad (1.2)$$

По ГОСТ 14.202.-83 ,если $K_{им} > 0,7$, то конструкция детали является технологичной.

Для данной детали $K_{им} = 2,3 / 6,1 = 0,377$,т.е. по этому показателю конструкция детали не технологична.

Коэффициент точности определяется по следующей формуле:

$$K_{т.ч.} = 1 - \frac{1}{A_{ср}} \geq 0,8 \quad (1.3)$$

где $A_{ср}$ средний квалитет точности обработки и равен:

$$A_{ср} = \frac{\sum A \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + \dots + 19 n_{19}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{19}} \quad (1.4)$$

где n_i -числа размеров соответствующего качества, в данном случае 6 качество 3 размера, 8 качество 1 размер, 9 качество 4 размера, 10 качество 2 размера, 14 качество 18 размера, 18 качество 24 размер.

$$A_{cp} = \frac{\sum A \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + \dots + 19n_{19}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{19}} =$$

$$= \frac{3 \cdot 6 + 1 \cdot 8 + 3 \cdot 9 + 1 \cdot 10 + 2 \cdot 13 + 18 \cdot 14 + 24 \cdot 18}{52} = 14,87$$

$$K_{T.ч.} = 1 - \frac{1}{A_{cp}} = 1 - \frac{1}{14,87} = 0,93$$

По этому показателю деталь является технологична.

Коэффициент унификации конструкторских элементов определяется по формуле:

$$K_y = \frac{N_y}{N} \quad (1.5)$$

где N_y -число унифицированных конструкторских элементов, в данном случае 14; N -общее число элементов в детали, в данном случае 27.

$$K_y = \frac{N_y}{N} = \frac{14}{27} = 0,52$$

По данному показателю деталь является технологична.

Технический контроль чертежа.

Чертеж детали содержит достаточное количество проекций и видов. Присутствуют все необходимые размеры. На чертеже они проставлены правильно, значения допусков и шероховатости соответствуют действующим ГОСТам.

Шероховатость поверхности выбрана в соответствии с качеством на каждой операции.

Окончательно анализируя технологичность конструкции корпуса, можно сделать вывод, что корпус в целом удовлетворяет требованиям технологичности, обеспечивает необходимые удобства при эксплуатации механизма. Элементы конструкции корпуса определяются конструктивными соображениями и условиями работы его в изделии. Обработка ведется на универсальных станках. Следует отметить, что корпус обладает достаточной жесткостью, что улучшает обрабатываемость детали в процессе механической обработки.

1.1.4 Действующий технологический процесс изготовления корпуса 4МЮ 23/32 31.15.220СБ

Действующий технологический процесс изготовления корпуса 4МЮ 23/32 31.15.220СБ разработан для серийного производства и имеет структуру, представленную в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Технологический процесс механической обработки корпуса

Операц ия	Наименование операции	Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент
005	Фрезерная Обработать деталь согласно эскизу с переустановкой	6Р13
010	Слесарная Снять заусенцы после мех, обработки	Верстак
015	Фрезерная Обработать в р-р 110±0,8 с переустановкой детали	6Р13
020	Слесарная Снять заусенцы после мех, обработки	Верстак
025	Фрезерная Обработать деталь согласно эскизу с переустановкой	6Р13
030	Слесарная Снять заусенцы после мех. обработки	Верстак
035	Шлифовальная Шлифовать пов-ти с переустановкой	3П722
040	Фрезерная Обработать деталь согл. эскизу. Допускается совместить с оп. 050	FKRSRS
045	Слесарная Снять заусенцы после мех. обработки	Верстак

Продолжение таблицы 1.5

050	Сверлильная Рассчитать у/п Набрать у/п Обработать партию деталей	С500/04 ПР: Поворотное устройство РИ: Сверло центр. СТП1234 Сверло 3 ГОСТ10902 Сверло 8х90 ⁰ ГОСТ10903 Сверло 6-П ГОСТ10902 Сверло 8,5 ГОСТ10903 Сверло 3,8 ГОСТ10902 Сверло 3,8-П ГОСТ10902 Разв. 4 /030-2046/ Сверло 7,8-П ГОСТ10903 Разв. 8 /030-2047/ СИ: Прб. 4 /100-3085/ Прб. 8 /100-3086/
051	Слесарная Снять заусенцы после мех. обработки	Верстак
052	Сверлильная Сверлить отверстия согласно эскиза	2Н111
055	Слесарная Снять заусенцы после мех. обработки	Верстак
060	Сверлильная Рассчитать у/п Набрать у/п Обработать партию деталей	С500/04 ПР: Поворотное устройство РИ: Сверло центр. СТП1234 Сверло 3 ГОСТ10902 Сверло 8х90 ⁰ ГОСТ10903 Сверло 4-8 ГОСТ10902 Разв. 5 /030-2108/ Сверло 4,5 ГОСТ10902 Разв. 8 /030-2047/ СИ: Прб. 4 /100-3085/ Прб. 8 /100-3086/ Сверло 13 ГОСТ10903 Сверло 9 ГОСТ10903 Сверло 19,5 ГОСТ10903 Зенкер 13,75 /020-1159/ Развертка черн 14Н9 ГОСТ1672 Разв. 14 /037-729/ Зенкер Ø25хØМ24хØ14 /027-874/ Разв. черн Ø25хØМ24хØ14 /037-723/ Разв. чист Ø25хØМ24хØ14 /037-724/ Сверло 6 ГОСТ10902 Сверло 17,5 ГОСТ10903 Зенкер Ø21хØМ20хØ14 /027-875/ Разв. черн Ø21хØМ20хØ14 /037-725/ Разв. чист Ø21хØМ20хØ14 /037-726/ Фреза резьб. /041-39/ СИ:Прб. п/р М20х1,5-6Н п/ник /100-2714/ Прб. п/р М24х1,5-6Н п/ник /100-2905/ Прб. 21 п/ник /100-2681/ Прб. 14 п/ник /100-2676/

Продолжение таблицы 1.5

		<p>Прб. 25 п/ник /100-2745/ Прб. 5 п/ник /100-3084/ Прб. ПР М20х1,5-6Н п/ник /110-1052/ Прб. НЕ М20х1,5-6Н п/ник /110-1054/ Прб. ПР М24х1,5-6Н п/ник /110-1074/ Прб. НЕ М24х1,5-6Н п/ник /110-1076/ Калибр на симметричность /151-988/ Штырь Ø4,5 /159-417/ Калибр на соосность Ø25 и М24х1,5 /150-2637/ Калибр на соосность Ø21 и М20х1,5 /150-2638/</p>
065	Слесарная Снять заусенцы после мех. обработки	Верстак
070	Сверлильная Сверлить отв. согласно эскизу	2Н112 ПР: УСП
071	Слесарная Снять заусенцы после мех. обработки	Верстак
072	Сверлильная Сверлить отв. согласно эскизу Снять фаски согласно эскизу	2Н112 ПР: УСП
075	Слесарная Калибровать при необх. М24х1,5-6Н; М24х1,5-6Н Снять заусенцы, притупить острые кромки после мех. обработки. Удалить заусенцы на пересечении отверстий. Маркировать обозначение детали по чертежу.	Верстак РИ: Метчик /043-407/ Метчик /043-461/
080	Контроль Контроль размеров по чертежу и т/пр	<p>Плита СИ: Прб. п/р М20х1,5-6Н п/ник /100-2714/ Прб. п/р М24х1,5-6Н п/ник /100-2905/ Прб. 21 п/ник /100-2681/ Прб. 25 п/ник /100-2745/ Прб. 5 п/ник /100-3084/ Прб. 4 п/ник /100-3085/ Прб. 8 /100-3086/ Штырь Ø4,5 /159-417/ Прб. 14 п/ник /100-2676/ Калибр на симметричность /151-988/ Калибр на соосность Ø25 и М24х1,5 /150-2637/ Калибр на соосность Ø21 и М20х1,5 /150-2638/ Прб. ПР М20х1,5-6Н п/ник /110-1052/ Прб. НЕ М20х1,5-6Н п/ник /110-1054/ Прб. ПР М24х1,5-6Н п/ник /110-1074/ Прб. НЕ М24х1,5-6Н п/ник /110-1076/</p>

Продолжение таблицы 1.5

085	Промывка	По т/п бюро сборки
090	Сварка	По т/п бюро сварки
095	Покрытие	По т/п бюро покрытий
100	Контроль Контроль размеров по чертежу	Плита

Операционные эскизы для детали 4МЮ 23/32 31.15.220СБ по базовому технологическому процессу представлены на рисунках 1-7.



Рисунок 1 Эскиз к операции 005 Фрезерная

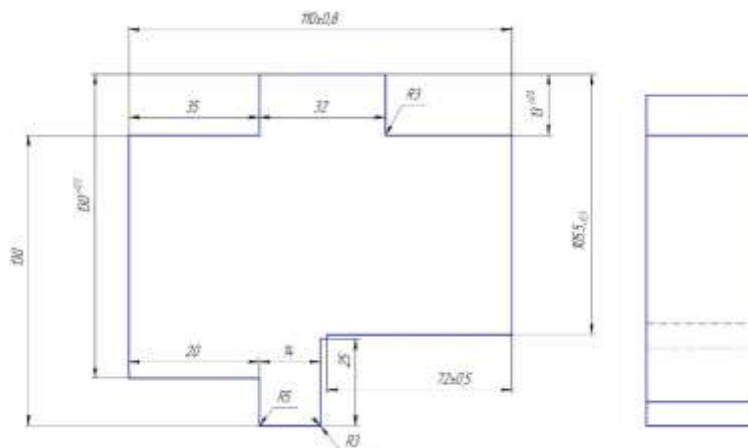


Рисунок 2 Эскиз к операции 015 и 025 Фрезерная

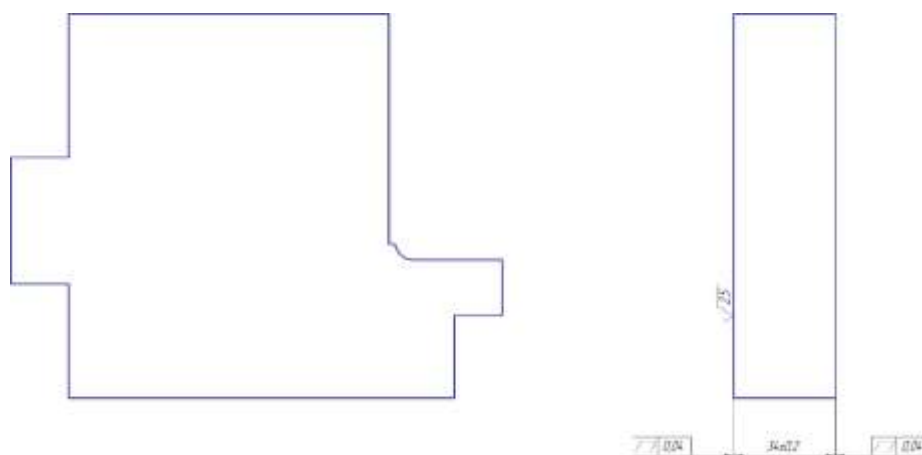


Рисунок 3 Эскиз к операции 035 Фрезерная

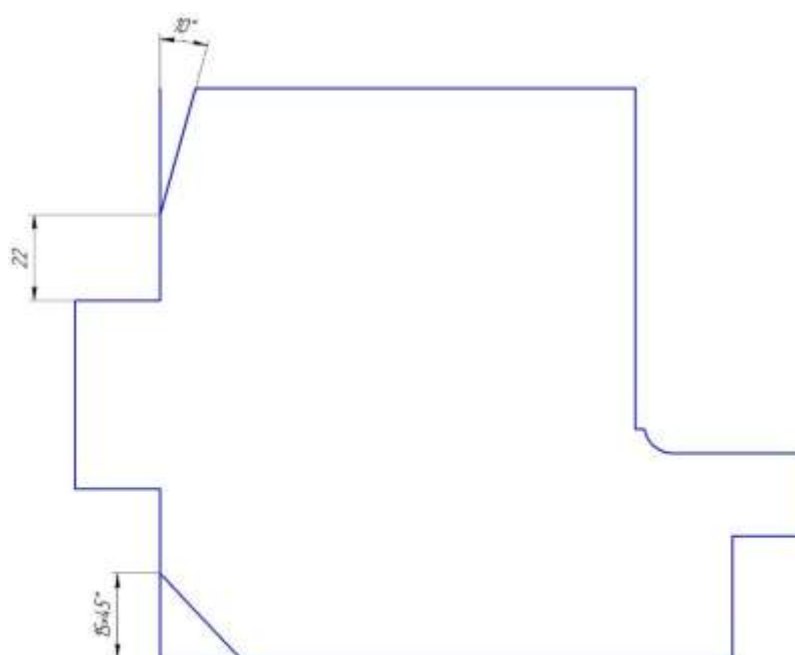
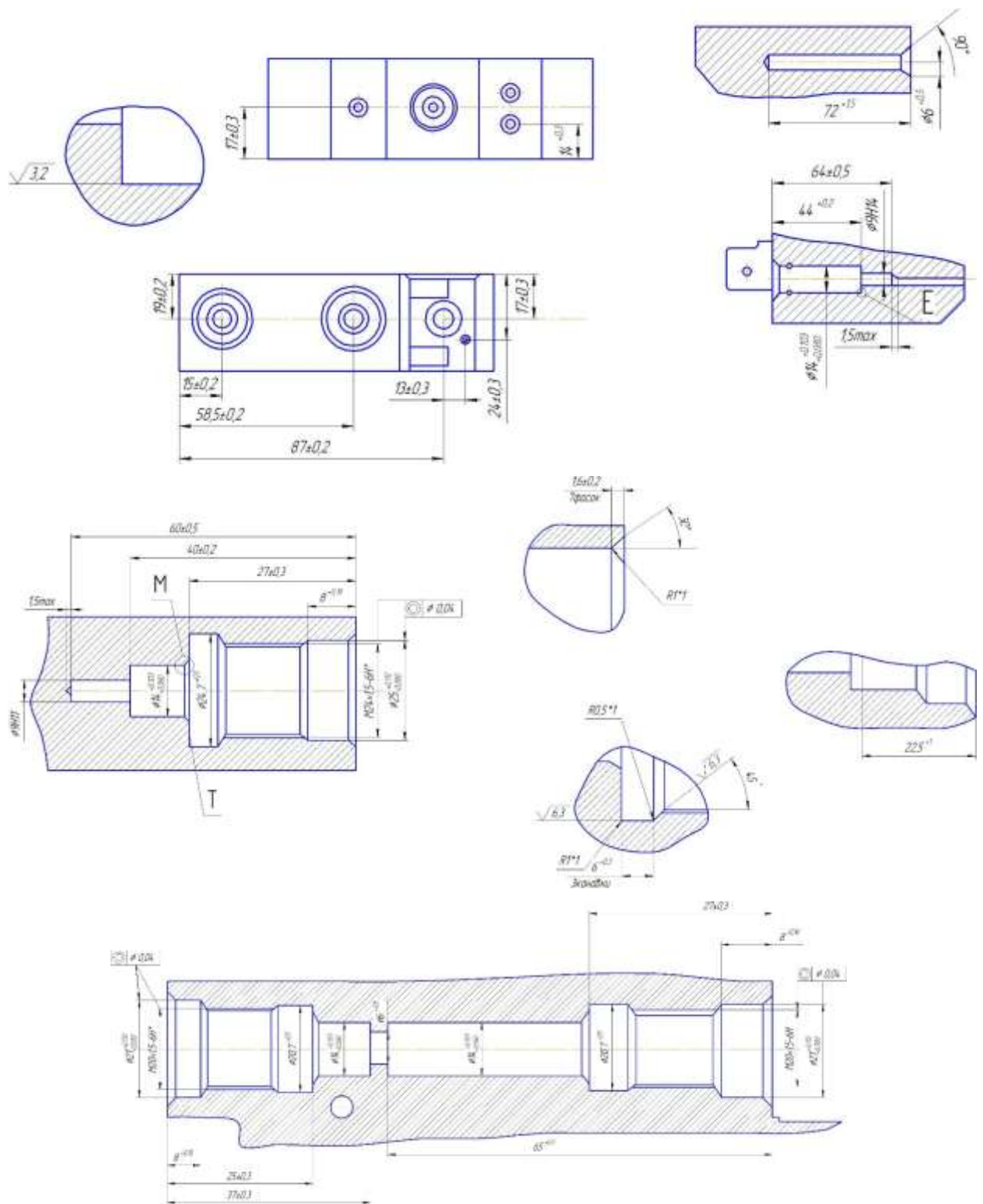


Рисунок 4 Эскиз к операции 040 Фрезерная



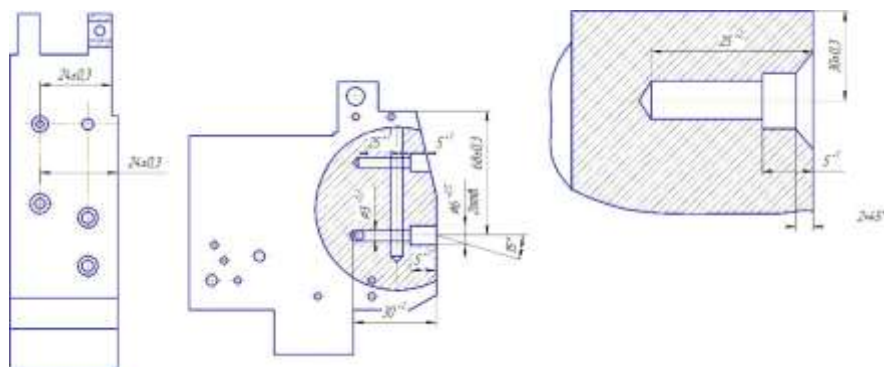


Рисунок 7 Эскиз к операции 070 Сверлильная

1.1.5 Анализ действующего технологического процесса

Проведем анализ технологического процесса изготовления корпуса 4МЮ 23/32 31.15.220СБ на базовом предприятии ООО «Юргинский Машзавод».

а) В качестве заготовки используется прокат.

Расход металла на последующую механическую обработку оценивается коэффициентом использования материала КИМ:

$$\text{КИМ} = \frac{M_d}{M_z}; \quad (1.6)$$

где: M_d – масса детали, $M_d=2,3$ кг;

M_z – масса заготовки, $M_z=6,4$ кг.

Для действующего технологического процесса в условиях среднесерийного производства этот способ не технологичен.

б) В технологическом процессе механической обработки корпуса 4МЮ 23/32 31.15.220СБ отсутствует оборудование предназначенное специально для данной детали, т.к. разработан для действующего производства и обработка ведется на существующем оборудовании. Поэтому такие показатели, как габариты обрабатываемых поверхностей, мощности станков и максимально обрабатываемые размеры несколько завышены.

Метод обработки детали и их последовательность выбраны правильно. Режимы резания, выбранные в базовом технологическом процессе, не соответствуют прогрессивным. В базовом технологическом процессе в основном используется инструмент из быстрорежущей стали, что вполне технологично для обработки легкообрабатываемой стали.

1.2 Технологическая часть

1.2.1 Выбор заготовки и метода ее изготовления

Наиболее целесообразным методом получения заготовки, исходя из конфигурации, размеров и массы детали, является метод горячей объемной штамповки, выполняемой на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП).

Рассмотрим два альтернативных варианта получения заготовки:

- метод горячей объемной штамповки, выполняемой на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП);

- заготовка из проката.

Произведем расчет обоих методов по методике, изложенной в [3].

Масса детали согласно чертежу равна 2,3 кг.

1.2.1.1 Заготовка, получаемая из проката на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП)

Класс точности изготовления заготовки на ГКМ – Т4.

Группа стали – М1.

Степень сложности – С2.

Основные припуски на размер по таблице 1.7, мм :

Таблица 1.7 – Основные припуски на размеры.

Размер поверхности	Шероховатость поверхности Ra, мкм	Основной припуск, мм
130±0,5	6,3	4,1
105±0,5	6,3	4,1
110±0,5	6,3	4,1
34±0,2	2,5	4,1

Дополнительные припуски, учитывающие:

- смещение поверхности разреза штампа – 0,6 мм [5, таб. 4];
- изогнутость и отклонения от прямолинейности и плоскостности – 0,4мм.

Штамповочные уклоны [5];

- на наружной поверхности – не более 5°, принимаем 5°;
- радиус закругления наружных углов 5 мм . Принимаем 5 мм .

Определяем размеры поковки (разрешается округлять линейные размеры поковки с точностью до 0,5 мм), мм:

- длина $130+2\cdot(4,1+0,4+0,6)=140,2$ принимаем $140_{-1,2}$;

- длина $105+2\cdot(4,1+0,4+0,6)=115,2$ принимаем 115_{-1} ;

- длина $110+(4,1+0,4+0,6) = 115,1$ принимаем 115_{-1} ;

- длина $34+2 \cdot (4,1+0,4+0,6) = 44,2$ принимаем $44_{-0,6}$.

Допускаемые отклонения размеров:

-неуказанные предельные отклонения – $1,2$ мм .

-неуказанные допуски радиусов закругления – $2,0$ мм .

-допустимая величина остаточного облоя – $1,6$ мм .

-допустимое отклонение по изогнутости, от плоскотности и от прямолинейности $2,5$ мм.

-допустимое смещение поверхности разъема штампа – $1,6$ мм .

-допустимая величина высоты заусенца в плоскости разъема штампа – $1,2$ мм .

Массу заготовки определяем по формуле

$$P_3 = P_d + P_{II}; \quad (1.7)$$

где $P_d = 2,3$ кг вес детали по чертежу

P_{II} -вес припуска, кг

$$P_{II} = V_{II} \cdot \gamma; \quad (1.8)$$

где V_{II} - объем припуска, см^3

$\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$ - плотность стали 35; [3].

$V_{II} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + V_8 + V_9 + V_{10} + V_{11} + V_{12} + V_{13} + V_{14} + V_{15}$,

(см. рисунок 5.1).

$$V_1 = 3,4 \cdot 7,45 \cdot 0,5 = 12,665 \text{ см}^3,$$

$$V_2 = 3,4 \cdot 8,8 \cdot 0,5 = 14,96 \text{ см}^3,$$

$$V_3 = 3,4 \cdot 2 \cdot 0,5 = 3,4 \text{ см}^3,$$

$$V_4 = 3,2 \cdot 3,4 \cdot 0,5 = 5,44 \text{ см}^3,$$

$$V_5 = 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,4 = 2,688 \text{ см}^3,$$

$$V_6 = 10,3 \cdot 11,2 \cdot 1 = 115,36 \text{ см}^3,$$

$$V_7 = \pi/4 \cdot 2,4^2 \cdot 2,7 = 12,24 \text{ см}^3,$$

$$V_8 = \pi/4 \cdot 1,4^2 \cdot 1,3 = 2 \text{ см}^3,$$

$$V_9 = \pi/4 \cdot 0,9^2 \cdot 2 = 1,27 \text{ см}^3,$$

$$V_{10} = \pi/4 \cdot 1,4^2 \cdot 4,4 = 8,624 \text{ см}^3,$$

$$V_{11} = \pi/4 \cdot 0,9^2 \cdot 2,2 = 1,4 \text{ см}^3,$$

$$V_{12} = \pi/4 \cdot 2^2 \cdot 2,7 = 8,48 \text{ см}^3,$$

$$V_{13} = \pi/4 \cdot 1,4^2 \cdot 5,3 = 8,15 \text{ см}^3,$$

$$V_{14} = \pi/4 \cdot 2^2 \cdot 2,5 = 7,85 \text{ см}^3,$$

$$V_{15} = 4 \cdot \pi/4 \cdot 0,85^2 \cdot 3,4 = 7,7 \text{ см}^3.$$

$$V_{II} = 12,665 + 14,96 + 3,4 + 5,44 + 2,688 + 115,36 + 12,24 + 2 + 1,27 + 8,624 + 1,4 + 8,48 + 8,15 + 7,85 + 7,7 = 212,227 \text{ см}^3.$$

$$P_{II} = 212,227 \cdot 7,8 = 1655,37 \text{ г} = 1,65 \text{ кг}$$

$$P_3 = 1,65 + 2,3 = 3,95 \text{ кг}.$$

$$K_{II} = \frac{2,3}{3,95} = 0,58; \quad (1.9)$$

$K_{им} = 0,58$ коэффициент использования материала, определяемый из отношения массы детали к массе заготовки.

1.2.1.2 Заготовка получаемая из полосы стальной горячекатаной

По ГОСТ 103-76 выбираем – Полоса $\frac{45 \times 120 - B - 2 \text{ГОСТ} 103 - 76}{\text{Сталь} 35 \text{ГОСТ} 1050 - 88}$.

Способ резки проката: ленточной пилой на ленточнопильном станке.

Предельные отклонения стороны проката $145^{+0,5}_{-1,3} \text{ мм}$

Размеры заготовки из проката: $120 \times 145 \times 45 \text{ мм}$;

Масса заготовки из проката:

$$m = V \cdot \rho = 733,7 \cdot 7,8 = 5722 \text{ г} = 5,7 \text{ кг},$$

(1.10)

$$V = a \cdot b \cdot c = 12 \cdot 14,5 \cdot 4,5 = 733,7 \text{ см}^3$$

$$m = 733,7 \cdot 7,8 = 5722 \text{ г} = 5,7 \text{ кг}$$

$K_{им} = 2,3/5,7 = 0,4$ коэффициент использования материала, определяемый из отношения массы детали к массе заготовки.

Выбор варианта получения заготовки.

Произведем расчет технологической себестоимости обоих методов по [5, с.17]

$$S_T = \frac{G_d}{K_{им}} [C_{заг} + C_c \cdot (1 - K_{им})], \quad (1.11)$$

где G_d - масса детали, кг;

$K_{им}$ - проектный коэффициент использования материала заготовки;

$C_{заг}$ - стоимость 1 кг материала заготовки, руб;

C_c - стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению;
для стали 35 (в ценах на февраль 2018 года по ГШО «ООО Юргинский машзавод»):

- для штамповки $C_{заг} = 41,2 \text{ руб.}$;

- для проката $C_{заг} = 29,18 \text{ руб.}$; $C_c = 3 \text{ руб/кг.}$

- объемная штамповка:

$$S_{T1} = \frac{2,3}{0,58} [41,2 + 3 \cdot (1 - 0,58)] = 168,37 \text{ руб/шт};$$

- прокат:

$$S_{T2} = \frac{2,3}{0,4} [29,18 + 3 \cdot (1 - 0,4)] = 178,13 \text{ руб/шт};$$

Экономический эффект [1, с.18]:

$$\Delta = (S_{T1} - S_{T2}) \cdot N, \quad (1.12)$$

где N – годовая программа выпуска;

$$\Xi = (168,37 - 178,13) \cdot 2100 = 20496 \text{ руб/год.}$$

Исходя из полученных данных выбираем первый способ получения заготовки на КГШП, т.к. заготовка получается с меньшими припусками на обработку и дешевле по технологической себестоимости, чем заготовка получаемая из проката.

1.2.2 Выбор баз

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность размеров, полученных в процессе обработки, выбор режущего и мерительного инструментов, станочных приспособлений, производительность обработки.

В качестве технологических баз при обработке корпуса гидроприхвата будут использоваться следующие поверхности.

а) Операция 005 фрезерная.

Вертикально-фрезерный станок модели ГФ2171С5

Деталь базируется в гидравлических тисках.

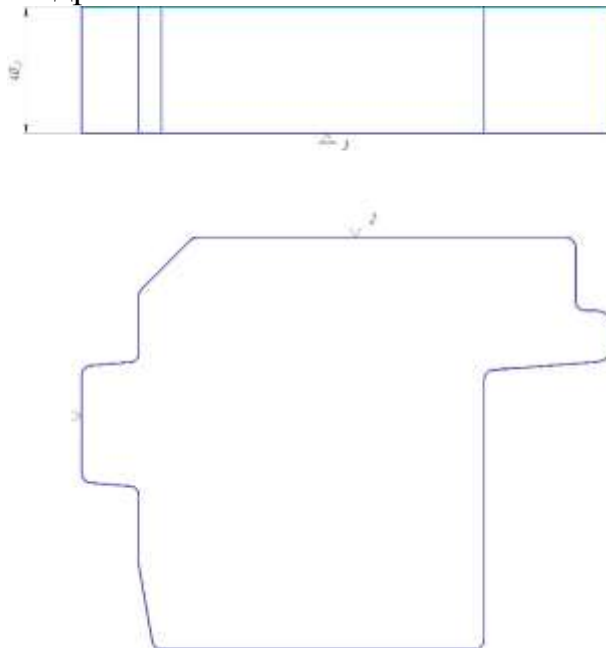


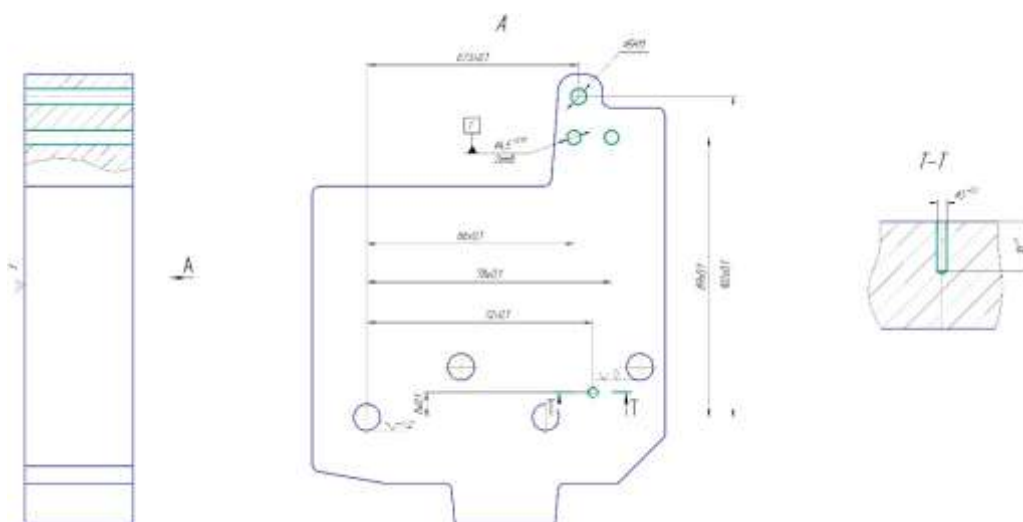
Рисунок 5 Схема базирование корпуса

На получаемый размер измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\epsilon_6 = 0$.

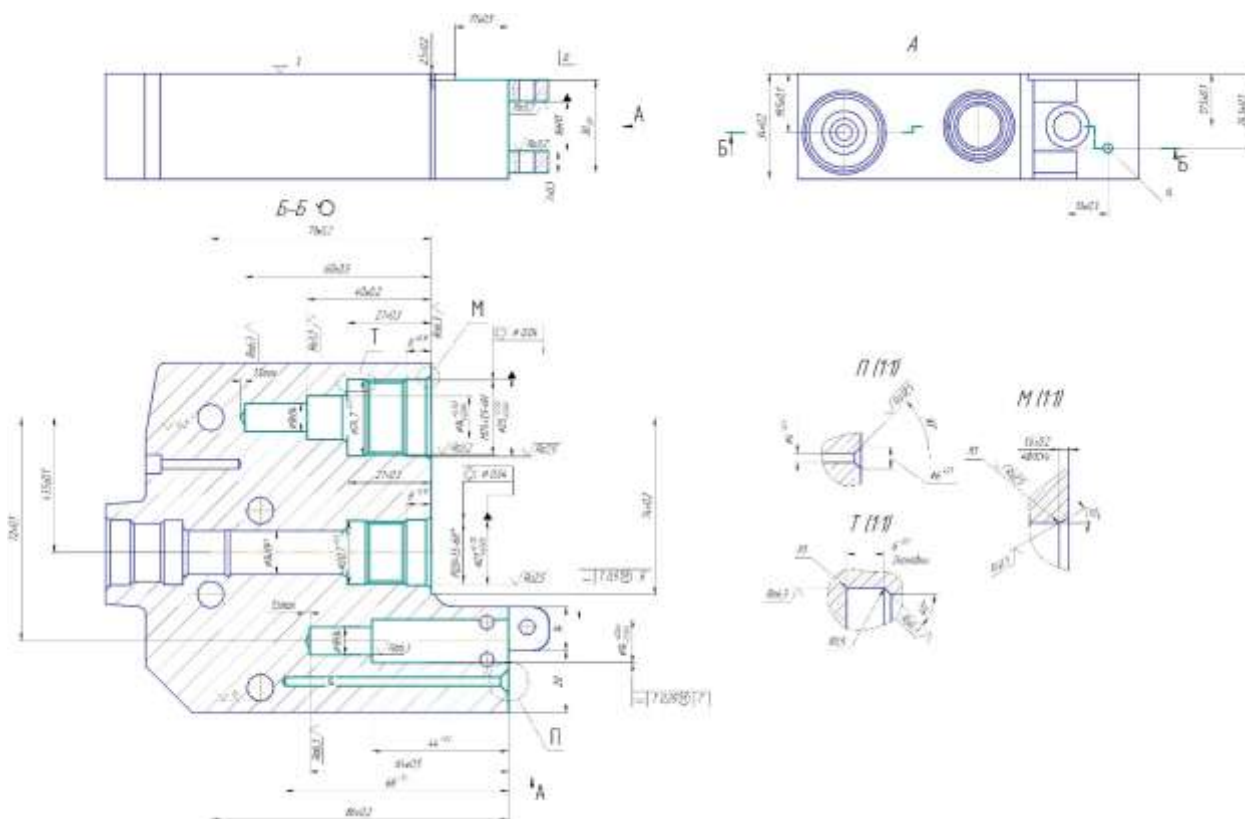
б) Операция 010 фрезерная.

Вертикально-фрезерный станок модели ГФ2171С5

Деталь базируется в специальном приспособлении.



поз.2



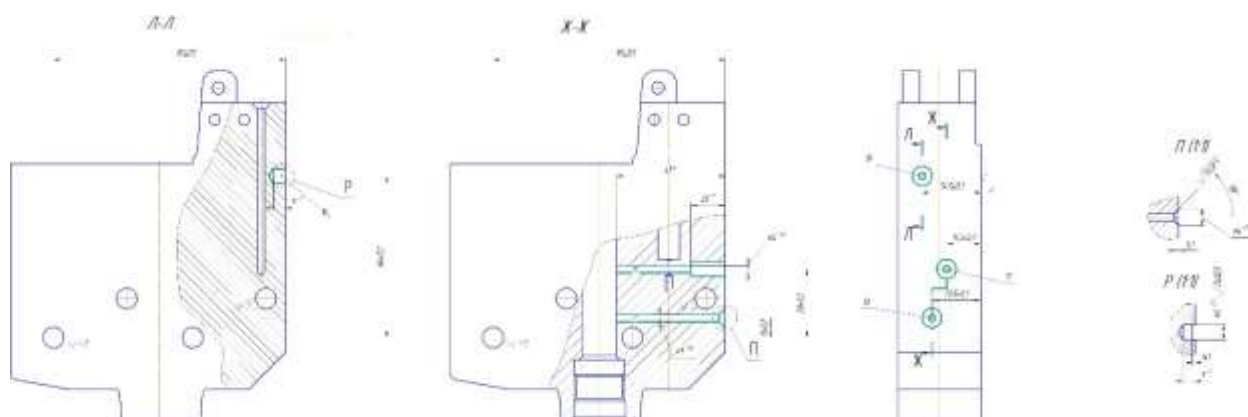
поз.3

Рисунок 7 Схема базирования корпуса

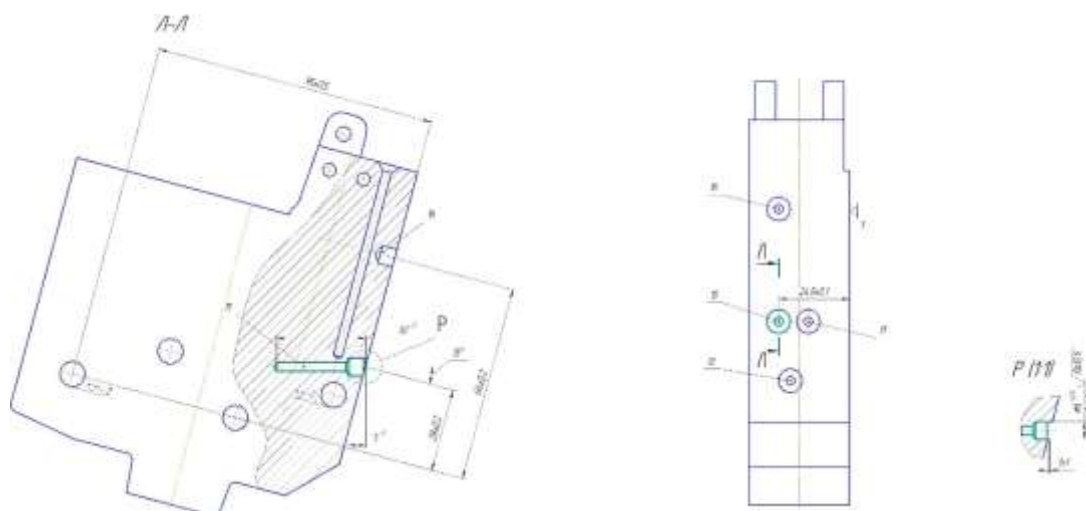
Для размеров $72 \pm 0,1$ - $\varepsilon_{\delta} = 0,04$; $43,5 \pm 0,1$ - $\varepsilon_{\delta} = 0,04$; $74 \pm 0,2$ - $\varepsilon_{\delta} = 0,04$;
 $86 \pm 0,2$ - $\varepsilon_{\delta} = 0,04$; $71 \pm 0,2$ - $\varepsilon_{\delta} = 0,04$; $13 \pm 0,3$ - $\varepsilon_{\delta} = 0,04$;

Для всех остальных размеров погрешность базирования равна нулю.

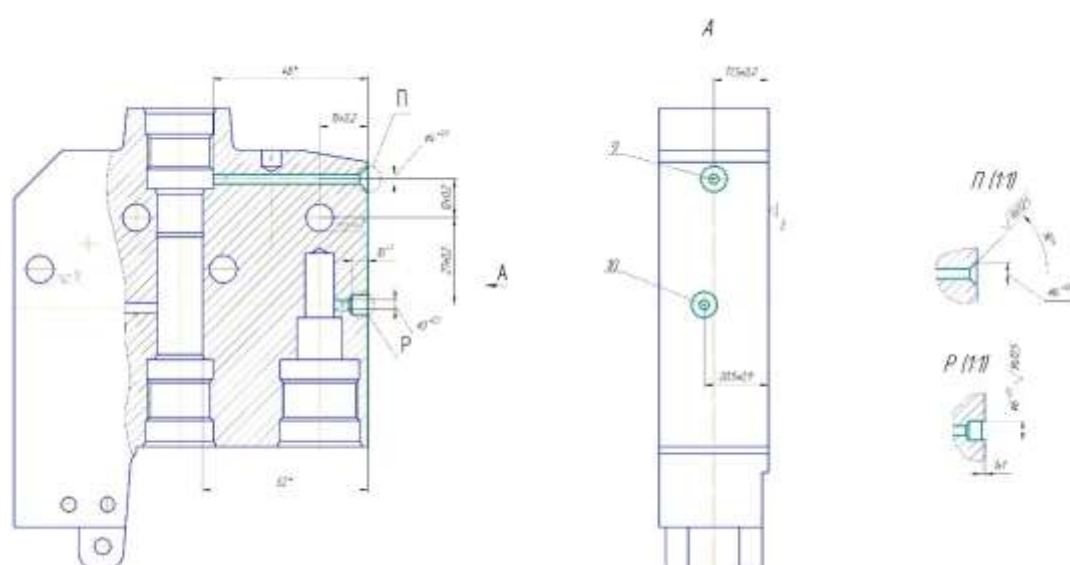
г) Операция 035 фрезерно-сверлильно-расточная.
Обработка центр ИР320ПМФ4
Деталь базируется по плоскости и по двум пальцам.



поз.1



поз.2



поз.3

Рисунок 8 Схема базирования корпуса

Для размеров $66 \pm 0,2$ - $\varepsilon_{\delta} = 0,04$; $95 \pm 0,5$ - $\varepsilon_{\delta} = 0,04$; $28 \pm 0,2$ - $\varepsilon_{\delta} = 0,04$; $8 \pm 0,2$ - $\varepsilon_{\delta} = 0,04$; $12 \pm 0,2$ - $\varepsilon_{\delta} = 0,04$; $27 \pm 0,2$ - $\varepsilon_{\delta} = 0,04$.

Для всех остальных размеров погрешность базирования равна нулю.

д) Операция 045 и 050 шлифовальная.

Плоскошлифовальный станок модели 3П722

Деталь базируется по плоскости на магнитном столе.

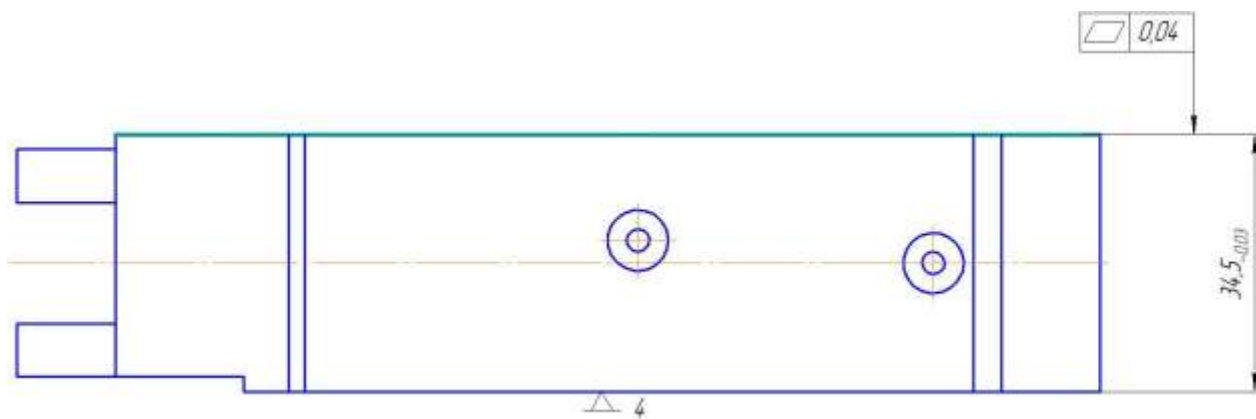


Рисунок 9 Схема базирование корпуса

На линейный размер измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_{\delta} = 0$.

е) Операция 055 сверлильная.

Вертикально-фрезерный станок модели ГФ2171С5

Деталь базируется по плоскости и по двум пальцам.

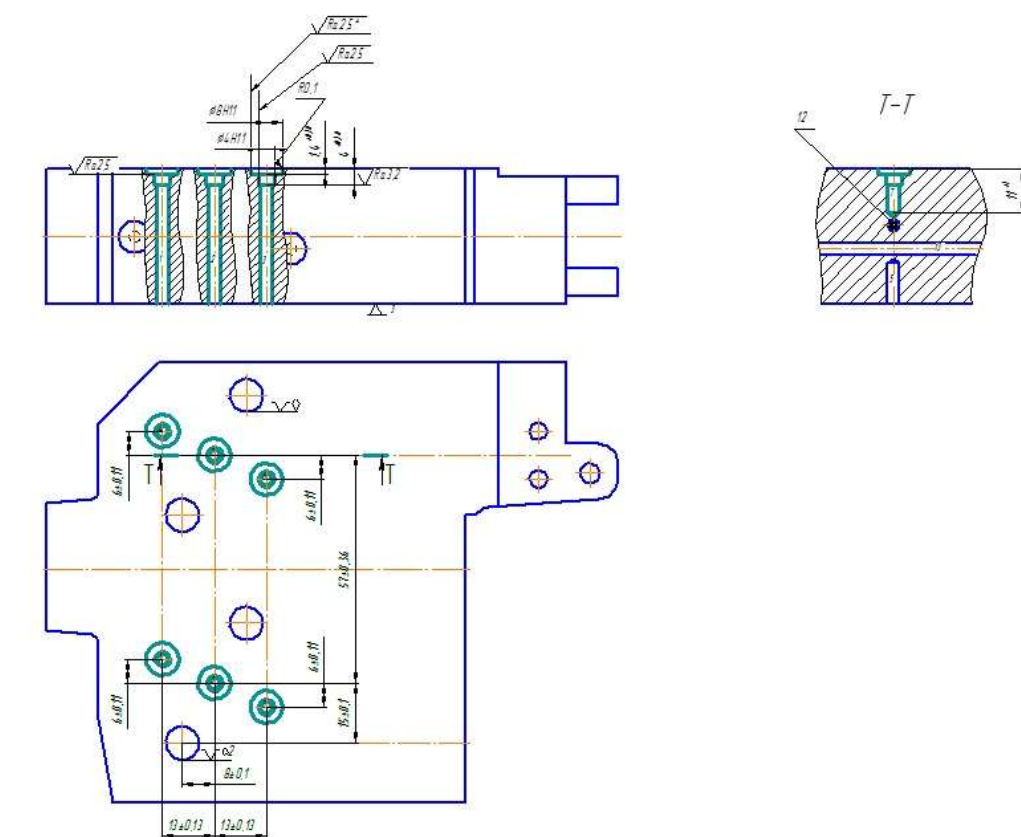


Рисунок 10 Схема базирования корпуса

Для размеров $13\pm0,13$ - $\varepsilon_{\delta}=0,04$; $8\pm0,1$ - $\varepsilon_{\delta}=0,04$; $15\pm0,3$ - $\varepsilon_{\delta}=0,04$; $57\pm0,36$ - $\varepsilon_{\delta}=0,04$.

Выбранные базы удовлетворяют условию получения качественной детали, с соответствующими размерами и требованиями по чертежу.

1.2.3 Составление технологического маршрута обработки

Маршрут технологии изготовления детали представлен в таблицы 1.8.

Таблица 1.8 - Технологический маршрут обработки детали

Опера ци	Содержание операции	Оборудование
005	Фрезерная - Фрезеровать в размер 40_{-2} мм	Вертикально- фрезерный станок ГФ2171С5
010	Слесарная - Снять заусенцы, острые кромки притупить.	Верстак
015	Фрезерно-сверлильная - Фрезеровать в размер $35_{-0,5}$ мм; - Центровать 4 отв.; - Сверлить 2 отв. $\varnothing 8,5^{+0,3}$; - Сверлить 2 отв. $\varnothing 8,0^{+0,3}$; - Зенкеровать 2 отв. $\varnothing 8,3^{+0,1}$; - Развернуть 2 отв. $\varnothing 8,5H8$	Вертикально- фрезерный станок ГФ2171С5
020	Слесарная - Снять заусенцы, острые кромки притупить.	Верстак

Продолжение таблицы 1.8

025	<p>Фрезерно-сверлильно-расточная</p> <p>Позиция 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Фрезеровать поверхность в размер $35_{-0,1}^{+0,1}$; - Фрезеровать 2 площадки под центровку; - Центровать 3 отв., сверлить отв. $\varnothing 6_{+0,5}^{+0,5}$ в р-р 5_{+1}^{+1}; - Сверлить отв. $\varnothing 4_{+0,3}^{+0,3}$ в р-р 45_{+1}^{+1}; - Сверлить отв. $\varnothing 12_{+0,5}^{+0,5}$ в р-р 130_{+1}^{+1}; - Зенкеровать отв. $\varnothing 20,5_{+0,3}^{+0,3}$ в р-р 8_{+1}^{+1}; - Зенкеровать отв. $\varnothing 20_{+0,3}^{+0,3}$ в р-р $25 \pm 0,3$; - Расточить отв. $\varnothing 13,5$ в р-р 130_{+1}^{+1}; - Фрезеровать канавку $20,7_{+0,5}^{+0,5}$ в р-р $6_{+0,3}^{+0,3}$; - Фрезеровать канавку $14,8H12$ в р-р $4,8H13$; - Зенковать фаску $1,6 \times 30^\circ$; - Развернуть отв. $\varnothing 14_{+0,08}^{+0,08}$ в р-р 85_{+1}^{+1}; - Развернуть отв. $\varnothing 20,49_{+0,22}^{+0,22}$ и $\varnothing 21_{+0,112}^{+0,112}$; - Фрезеровать резьбу $M36 \times 1,5-7H$; - Скруглить R1 <p>Позиция 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Фрезеровать поверхность в размер $71 \pm 0,2$; - Фрезеровать пов-ть в р-р $86 \pm 0,2$; 20; $17 \pm 0,5$; паз $16H11$; - Центровать 3 отв.; 1 отв. $\varnothing 6$; - Сверлить отв. $\varnothing 4_{+0,3}^{+0,3}$ в р-р $68_{+1,5}^{+1,5}$; - Сверлить 2 отв. $\varnothing 8,5_{+0,5}^{+0,5}$; $\varnothing 13,5_{+0,5}^{+0,5}$ в р-р 60_{+1}^{+1}; 64_{+1}^{+1}; - Зенкеровать отв. $\varnothing 9$; отв. $\varnothing 13,5$ в р-р 60_{+1}^{+1}; 64_{+1}^{+1}; - Зенкеровать отв. $\varnothing 20,5_{+0,3}^{+0,3}$ в р-р 8_{+1}^{+1}; - Зенкеровать отв. $\varnothing 20_{+0,3}^{+0,3}$ в р-р $25_{+0,3}^{+0,3}$; - Зенкеровать отв. $\varnothing 24,5_{+0,3}^{+0,3}$ в р-р 8_{+1}^{+1}; - Зенкеровать отв. $\varnothing 22_{+0,3}^{+0,3}$ в р-р $25_{+0,3}^{+0,3}$; - Фрезеровать 2 канавки $20,7_{+0,5}^{+0,5}$ в р-р $6_{+0,3}^{+0,3}$ и $24,7_{+0,5}^{+0,5}$ в р-р $6_{+0,3}^{+0,3}$; - Зенковать 2 фаски $1,6 \times 30^\circ$; - Развернуть 2 отв. $\varnothing 14_{+0,103}^{+0,103}$ в р-р $40_{+0,2}^{+0,2}$; $44_{+0,2}^{+0,2}$; - Развернуть отв. $\varnothing 20,49_{+0,22}^{+0,22}$ и $21_{+0,112}^{+0,112}$; - Развернуть отв. $\varnothing 22,49_{+0,22}^{+0,22}$ и $25_{+0,112}^{+0,112}$; - Фрезеровать резьбу $M36 \times 1,5-7H$; - Скруглить R1. <p>Позиция 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Центровать 4 отв.; - Сверлить 2 отв. $\varnothing 4,5_{+0,18}^{+0,18}$; - Сверлить отв. $\varnothing 5H11$; - Сверлить отв. $\varnothing 3_{+0,3}^{+0,3}$ в размер 10_{+1}^{+1}. 	Обрабаты- вающий центр ИР320ПМФ4
030	<p>Слесарная</p> <ul style="list-style-type: none"> - Снять заусенцы, острые кромки притупить. 	Верстак

Продолжение таблицы 1.8

035	<p>Фрезерно-сверлильно-расточная</p> <p>Позиция 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Фрезеровать 3 площадки под центровку; - Центровать 3 отв.; сверлить отв. Ø 6 в p-p28⁺¹; сверлить отв. Ø 6 в p-p5⁺¹; - Сверлить 2 отв. Ø 4^{+0,3} в p-p 41⁺¹; <p>Позиция 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Фрезеровать площадку под центровку; - Центровать отв.; сверлить отв. Ø 6 в p-p5⁺¹; - Сверлить отв. Ø 4^{+0,3} в p-p 30⁺²; <p>Позиция 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Фрезеровать поверхность в размер 15±0,2; - Центровать 2 отв.; сверлить отв. Ø 6 в p-p5⁺¹; - Сверлить отв. Ø 4^{+0,3} в p-p 46⁺¹ 	Обрабатывающий центр ИР320ПМФ4
040	<p>Слесарная</p> <ul style="list-style-type: none"> - Снять заусенцы, острые кромки притупить. 	Верстак
045	<p>Плоскошлифовальная</p> <ul style="list-style-type: none"> - Шлифовать поверхность в размер 34,5_{-0,03} 	Плоскошлифовальный станок модели 3П722
050	<p>Плоскошлифовальная</p> <ul style="list-style-type: none"> - Шлифовать поверхность в размер 34_{-0,02} 	Плоскошлифовальный станок модели 3П722
055	<p>Сверлильная</p> <ul style="list-style-type: none"> - Центровать 6 отв.; - Сверлить 5 отв. 3^{+0,3} в p-p 34; 1 отв. 3^{+0,3} в p-p 11⁺¹; - Цековать отв. 8Н11 в p-p 1,4^{+0,18}; - Цековать отв. 4Н11 в p-p 4^{+0,18}. 	Вертикально-фрезерный станок ГФ2171С5
060	<p>Сверлильная</p> <ul style="list-style-type: none"> - Досверлить пересечения отв. Ø 4^{+0,3} и отв. Ø 3^{+0,3} 	Настольный сверлильный станок модели 2М112
065	<p>Слесарная</p> <ul style="list-style-type: none"> - Удалить заусенцы, острые кромки притупить 	Верстак
070	<p>Промывка</p> <p>Очистить деталь от стружки</p>	Моечная машина
075	<p>Контроль</p> <p>Контроль размеров по чертежу</p>	Плита поверочная
080	<p>Покрытие</p> <p>Нанести покрытие хим. Н-30</p>	

1.2.4 Выбор средств технологического оснащения

1.2.4.1 Выбор оборудования

а) операция 005, 015, 055

Оборудование: станок фрезерный вертикальный консольный ГФ2171С5.

Технические характеристики оборудования представлены в

таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Технические характеристики.

Основные параметры станка		Значение
Размеры рабочей поверхности стола		
	ширина, мм.	400
	длина, мм.	1600
Количество Т-образных пазов		3
Ширина пазов по ГОСТ 1574 – 75, мм		
	центральный	18Н8
	крайние	18Н12
Расстояние между пазами, мм		100
Конус отверстия в шпинделе		7:24
Наибольший крутящий момент на шпинделе, кН·м		0,615
Ёмкость инструментального магазина, шт		12
Порядок выбора инструмента		произвольный
Время смены инструмента, с.		20
Наибольшее перемещение стола		
	продольное, мм.	1000
	поперечное, мм.	300
	вертикальное, мм.	420
Число скоростей шпинделя		18
Частота вращения шпинделя, об/мин		50–2500
Число подач стола		18
Подача стола, мм/мин		3 – 3000
Мощность электродвигателя, кВт		11
Габаритные размеры		
	длина, мм	3660
	ширина, мм	4200
	высота, мм	2850
Масса (без выносного оборудования), кг		6500

б) операция 025, 035

Оборудование: сверлильно-фрезерно-расточной станок модели ИР320ПМФ4

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Технические характеристики.

Основные параметры станка		Значение
Размеры рабочей поверхности стола		320×320
Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, кг		150
Наибольшие перемещения:		
стола:	продольное	–
	поперечное	400
	шпиндельной бабки вертикальное	360

Продолжение таблицы 1.10

Расстояние от оси шпинделя до рабочей поверхности стола		0–400
Расстояние от торца шпинделя до центра стола или до рабочей		35–435

поверхности стола		
Конус отверстия шпинделя (по ГОСТ 15945–82)		40
Вместимость инструментального магазина, шт		36
Наибольший диаметр инструмента, загружаемого в магазин:		
	без пропуска гнёзд	125
	с пропуском гнёзд	200
Время смены инструмента, с		14
Число ступеней вращения шпинделя		Б/с
Частота вращения шпинделя, об/мин		13–5000
Число рабочих подач		Б/с
Рабочие подачи (продольная, поперечная, вертикальная), мм/мин		1–3200
Скорость быстрого перемещения (стола и шпиндельной бабки), мм/мин		10000
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт		7,5
Габаритные размеры:		
	длина	3990
	ширина	2300
	высота	2507
Масса, кг		8000
Дополнительные опции станка: Внутренний подвод СОЖ		

в) операция 045, 050

Оборудование: Плоскошлифовальный станок модели 3П722

Технические характеристики оборудования представлены в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Технические характеристики.

Основные параметры станка	Значение
Размеры рабочей поверхности стола	1000×320
Наибольшие размеры обрабатываемых заготовок	1000×320×400
Масса обрабатываемых заготовок, кг, не более	1200
Наибольшие перемещения стола и шлифовальной бабки (продольное):	1900
Размеры шлифовального круга (наружный диаметр × высота × внутренний диаметр) или тип и размеры шлифовальных сегментов	450×80×203
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин	1500
Скорость продольного перемещения стола (бесступенчатое регулирование), м/мин	3–45
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	15
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):	
длина	4780
ширина	2130
высота	2360
Масса (с приставным оборудованием), кг	8900

г) операция 060

Оборудование: настольный сверлильный станок 2М112

Технические характеристики оборудования представлены в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Технические характеристики.

Основные параметры станка	Значение
Наибольший диаметр сверления, мм	12
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола	0...400
Расстояние от оси вертикального шпинделя до направляющих стойки (вылет), мм	190
Рабочий стол	
Ширина рабочей поверхности стола, мм	250
Число Т-образных пазов Размеры Т-образных пазов	3
Шпиндель	
Наибольшее перемещение шпиндельной головки, мм	500
Ход гильзы шпинделя, мм	100
Частота вращения шпинделя, об/мин	450..4500
Количество скоростей шпинделя	5
Конус шпинделя	Морзе В18
Привод	
Электродвигатель привода главного движения Мощность, кВт	0,55
Габарит и масса станка	
Габариты станка (длина ширина высота), мм	795 x 370 x 950
Масса станка, кг	120

1.2.4.2 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения для разрабатываемого технологического процесса представлены в таблице 1.13

Таблица 1.13 – Средства технологического оснащения.

Приспособления	Режущий и измерительный инструмент	Дополнительно оснащение
Операция 005 Фрезерная		
Тиски станочные гидравлические	Фреза R285.2-125-10-X (SANDVIK-OROMANT); ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-80;	Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Тара 505-190; Кран-укосина – 0,5 т.
Операция 015 Фрезерно-сверлильная		
Приспособление ФЮРА.380279.003СБ	Фреза R285.2-125-10-X (SANDVIK-COROMANT); Сверло Ø6 Специальное; Сверло 2301-0020-B1 P6M5 ГОСТ10903-77; Сверло 2301-0017-B1 P6M5 ГОСТ10903-77; Развертка 2363-3415 H8 ГОСТ 1672-80; ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Калибр-пробка ГОСТ 14810-69;	Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Тара 505-190; Кран-укосина – 0,5 т; СОЖ - RATAK 6210 R.

Продолжение таблицы 1.13

Операция 025 Фрезерно-сверлильно-расточная		
Приспособление ФЮРА.380279.004СБ	<p>Фреза DVC-3050-22R; Фреза 2223-0112 ГОСТ 17026-71; Сверло Ø6 Специальное; Сверло EZDL030; Сверло EZDL040; Сверло EZDL045; Сверло EZDL050; Сверло 2301-3787-A1 P6M5 ГОСТ10903-77; Головка расточная BHR MB 13,5-25×50 (ISCAR); Зенкер 2323-0532 h8 ГОСТ 12489-71; Зенкер 2323-0531 h8 ГОСТ 12489-71; Зенкер 2323-0543 h8 ГОСТ 12489-71; Зенкер 2323-0535 h8 ГОСТ 12489-71; Фреза специальная канавочная; Зенковка 2353-0119 ГОСТ 14953-80; Развертка ТВ-REAM 014; Развертка комбинированная специальная; Фреза резьбовая ГОСТ 1336-77; Металлическая щетка RDB 15/5 Suhner Abrasive Expert. Сверло комбинированное специальное; Зенкер комбинированный специальный; Калибр-пробка Ø14 СТП-4304; Калибр-пробка Ø21 СТП-4307; Калибр-пробка Ø24 СТП-4310; ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-80;</p>	<p>Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Тара 505-190; Кран-укосина – 0,5 т; СОЖ - RATAK 6210 R.</p>
Операция 035 Фрезерно-сверлильно-расточная		
Приспособление специальное	<p>Фреза DVC-3050-22R; Фреза 2223-0112 ГОСТ 17026-71; Сверло Ø6 Специальное; Сверло EZDL040;</p>	<p>ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Тара 505-190; Кран-укосина – 0,5 т; СОЖ - RATAK 6210 R.</p>
Операция 045, 050 Плоскошлифовальная		
Плита мангитная	<p>Круг ПП 450x80x203 24А 10-П С2 7 К5 35м/с А 1кл ГОСТ 2424-83;</p>	<p>Очки О ГОСТ 12.4.013-85; СОЖ - RATAK 6210 R;</p>

	Микрометрический глубиномер МГ-50 ГОСТ 7470-92; Прибор для измерения отклонений от плоскостности НПЛ-1	Тара 505-190.
--	--	---------------

Продолжение таблицы 1.14

Операция 055 Сверлильная		
Приспособление специальное	Сверло Ø6 Специальное; Сверло EZDL030; Цековка 2350-0632 ГОСТ 26258-87; Цековка 2350-0654 ГОСТ 26258-87; ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-80.	Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Тара 505-190; Кран-укосина – 0,5 т; СОЖ - RATAK 6210 R.
Операция 060 Сверлильная		
	Сверло специальное Ø3; Сверло специальное Ø4;	Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Тара 505-190; Кран-укосина – 0,5 т.
Для всех слесарных операций		
	напильник ГОСТ 1465 шабер СТП-1813	
для операций маркировки		
	комплект клейм 5 СТП-2504	

1.2.5 Расчет припусков на механическую обработку

Припуск - это слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали. Любая заготовка, предназначенная для механической обработки, изготавливается с припуском на размеры готовой детали. В величину припуска, снимаемого при первых, черновых операциях, входит также дефектный слой. Дефектный слой включает в себя выпуклости, вмятины, раковины, трещины, погрешности формы и размеров заготовки. У штамповок дефектный слой от 0,5 до 1,5 мм [3]. Припуск на обработку поверхностей детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков (РАМОП). РАМОП предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам (промежуточные припуски).

По заданию необходимо рассчитать припуск аналитическим методом на две наиболее точных поверхности.

Расчет припуска на механическую обработку поверхности $\varnothing 14H9(^{+0,043})$ произведем по аналитическим методом, по [5, с.175].

Расчет припусков под никелирование. Никелирование - обработка поверхности изделий путём нанесения на них никелевого покрытия.

Толщина наносимого покрытия обычно составляет от 1 до 50 мкм.

Данную деталь покрывают слоем Н30. При расчете размеров под никель прибавляют к допуску размера припуск $\begin{pmatrix} +0,06 \\ +0,08 \end{pmatrix}$ для отверстия.

$\varnothing 14H9^{(+0,043)}$

$$\varnothing 14^{(0,043+0,06)}_{(+0,08)} = \varnothing 14^{(+0,103)}_{(+0,08)}$$

Расчёт припусков на механическую обработку поверхности $\varnothing 14^{(+0,103)}_{(+0,08)}$

Расчёт припусков производим аналитическим методом.

Выбираем следующие технологические переходы:

- сверление ;
- зенкерование;
- развертывание;
- а) Заготовка - штамповка
- б) Сверление

Выполняем по 12-му качеству.

Шероховатость поверхности – Rz 50 мкм

Глубина дефектного слоя - h = 70 мкм

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей по формуле [3]:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y \cdot l)^2 + C_0^2}, \quad (1.12)$$

где $\Delta_y = 0,9$ – величина увода оси сверла;

l- длина просверливаемого отверстия, мм

C_0 -смещение оси отверстия, $C_0 = 25$ мкм.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(0,9 \cdot 165)^2 + 25^2} = 150,59 \text{ мкм}$$

в) Зенкерование.

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 10-му качеству.

Шероховатость поверхности – Rz 40 мкм;

Глубина дефектного слоя - h = 30 мкм.

г) Развертывание.

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 9-му качеству.

Шероховатость поверхности - Rz 20 мкм

Глубина дефектного слоя - h = 20 мкм.

Аналогично производим расчет для отверстия $\varnothing 14H9^{(+0,112)}_{(+0,08)}$, расчеты заносим в таблицу 1.15

Таблица 1.15 – Припуски под механическую обработку отверстия $\varnothing 14H9$.

Сверление	12кв. $\begin{pmatrix} +210 \\ 0 \end{pmatrix}$	Rz 40	h = 60 мкм.
Зенкерование	11кв. $\begin{pmatrix} +130 \\ 0 \end{pmatrix}$	Rz 40	h = 40 мкм.
Развертывание черновое	10кв. $\begin{pmatrix} +84 \\ 0 \end{pmatrix}$	Rz10	h = 20 мкм.
Развертывание чистовое	9кв. $\begin{pmatrix} +0,052 \\ 0 \end{pmatrix}$	Rz5	h = 10 мкм.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(2,1 \cdot 8,5)^2 + 1000^2} = 1000,159 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{1-1} = K_{y2} \cdot \Delta_1 = 0,05 \cdot 1000,2 = 50,01 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{2-1} = K_{y3} \cdot \Delta_2 = 0,04 \cdot 1000,2 = 40,008 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{3-1} = K_{y4} \cdot \Delta_3 = 0,03 \cdot 1000,2 = 30,006 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{4-1} = K_{y5} \cdot \Delta_4 = 0,02 \cdot 1000,2 = 20,004 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки $E = 0$.

Минимальный припуск под сверление

$$2Z_{\min} = 2 (40 + 60 + 50,01) = 300,02 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск под зенкерование

$$2Z_{\min} = 2 (40 + 40 + 40,008) = 240,016 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск под развертывание черновое

$$2Z_{\min} = 2 (10 + 20 + 30,006) = 120,012 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск под развертывание чистовое

$$2Z_{\min} = 2 (5 + 10 + 20,004) = 70,008 \text{ мкм}$$

Графа “расчётный размер” (табл. 1.16), (d_p) заполняется, начиная с конечного, в данном случае чертёжного размера, последовательным вычитанием расчётного минимального припуска каждого технологического перехода.

$d_p = 14,112 \text{ мм}$ – для чистового развертывания;

$d_p = 14,112 - 0,070008 = 14,0419 \text{ мм}$ - для чернового развертывания;

$d_p = 14,0419 - 0,120012 = 13,9218 \text{ мм}$ – для зенкерования;

$d_p = 13,9218 - 0,240016 = 13,6817 \text{ мм}$ – для сверления;

Округляем рассчитанные максимальные размеры до знака допуска T_d и заносим в таблицу 1.16.

Определяем минимальный предельный размер вычитанием из максимального размера допуска T_d по формуле (1.13):

$$d_{\min} = d_{\max} - T_d; \quad (1.13)$$

$d_{\min} = 14,112 - 0,032 = 14,08 \text{ мм}$ – для чистового развертывания;

$d_{\min} = 14,04 - 0,084 = 13,95 \text{ мм}$ - для чернового развертывания

$d_{\min} = 13,92 - 0,13 = 13,79 \text{ мм}$ – для зенкерования;

$d_{\min} = 13,68 - 0,21 = 13,47 \text{ мм}$ – для сверления.

Полученные предельные припуски:

$2Z_{\min} = 14,112 - 14,04 = 0,072 \text{ мм}$ – для чистового развертывания;

$2Z_{\min} = 14,04 - 13,92 = 0,12 \text{ мм}$ - для чернового развертывания

$2Z_{\min} = 13,92 - 13,68 = 0,24 \text{ мм}$ – для зенкерования.

$2Z_{\max} = 14,08 - 13,95 = 0,13 \text{ мм}$ – для чистового развертывания;

$2Z_{\max} = 13,95 - 13,79 = 0,16$ мм - для черного развертывания

$2Z_{\max} = 13,79 - 13,47 = 0,32$ мм – для зенкерования.

Расчёт общих припусков:

$Zo_{\max} = 0,13 + 0,16 + 0,32 = 0,61$ мм – общий максимальный припуск;

$Zo_{\min} = 0,072 + 0,12 + 0,24 = 0,432$ мм - общий минимальный припуск.

Проверка правильности расчётов по формуле (1.14):

$Zo_{\max} - Zo_{\min} = Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}}$

$0,61 - 0,432 = 0,21 - 0,032$

$0,178 = 0,178$ следовательно расчёт припусков произведён верно.

Полученные выше значения заносим в таблицу 1.16

Таблица 1.16 – Расчет припусков

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчётный припуск $2Z_{\min}$ мкм	Расчетный минимальный размер мм	Допуск TD, мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	Δ_{Σ}	ϵ				min	max	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Штамповка	200	250	-	0	-	-	-	-	-	-	-
Сверление IT12	50	70	150,59	90	1250,87	13,766	250	13,516	13,766	-	-
Растачивание IT10	15	40	6	3,6	254	13,224	62	13,750	13,904	0,442	0,254
Развертывание IT9	10	20	6	3,6	152	14,02	43	13,958	14,02	0,254	0,152
Штамповка	200	250	-	0	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 1.16

Сверление	40	60	-	0	300,02	13,6817	0,21	13,68	13,47	-	-
Зенкерование	40	40	-	0	240,016	13,9218	0,13	13,92	13,79	0,32	0,24
Развертывание Черновое	10	20	-	0	120,012	14,0419	0,084	14,040	14,950	0,16	0,12
Развертывание чистовое	5	1 0	-	0	70,008	22,112	0,0 32	22, 112	22,0 80	0,1 3	0,072

Общие припуски $2Z_{Omin}=1,18$ мм, $2Z_{Omax}=1,556$ мм

Проверка расчёта припусков по формуле [5]:

$$Z_{Omax} - Z_{Omin} = TD_{ЗАГ} - TD_{ДЕТ} \quad (1.14)$$

$$TD_{ЗАГ} - TD_{ДЕТ} = 0,25 - 0,062 = 0,211 \text{ мм}$$

$$Z_{Omax} - Z_{Omin} = 0,525 - 0,314 = 0,211 \text{ мм}$$

Условие выполняется.

1.2.6 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания и назначение режимов обработки производим по [5,7].

Операция 015 Фрезерная. Рассчитываем режимы резания для перехода 4,5

а) Второй переход: Центровать 4 отв. Ø8,5Н14 мм, глубиной 3 ± 1 мм.

1) Глубина сверления: $t=5$ мм.

2) Подача [5]: $S=0,10 \dots 0,15$ мм/об; $S=0,15$ мм/об

3) Скорость резания, по формуле [5]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.15)$$

где $T=25$ мин. - период стойкости сверла;

$C_v=9,8$ $q=0,4$; $y=0,5$; $m=0,2$;

$K_v=0,73$;

$$V = \frac{9,8 \cdot 10^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,15^{0,5}} \cdot 0,73 = 23,4 \text{ м/мин.}$$

4) Частота вращения шпинделя по формуле [5]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 23,4}{\pi \cdot 10} = 687,7 \text{ об/мин} \quad (1.16)$$

Корректируем частоту вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка: $n_{ст}=630$ об/мин.

Фактическая скорость резания по формуле [5]:

$$V_{ф} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000} = \frac{\pi \cdot 10 \cdot 630}{1000} = 19,7 \text{ м/мин.} \quad (1.17)$$

5) Крутящий момент и осевая сила определяется по формулам [5]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p; \quad (1.18)$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.19)$$

где $C_m=0,0345$; $q=2,0$; $y=0,8$; $C_p=68$; $q=1,0$; $y=0,7$;

$K_p=0,77$;

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10^{2,0} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,77 = 5,8 \text{ Нм};$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 10^{1,0} \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,77 = 1230 \text{ Н.}$$

6) Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} = \frac{5,8 \cdot 630}{9750} = 0,7 \text{ кВт.} \quad (1.20)$$

7) Проверка на достаточность привода станка по формуле [5]:

$$N_{рез} \leq N_{шп}, \quad (1.21)$$

$$0,7 \text{ кВт} < 27 \text{ кВт.}$$

8) Основное время:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \quad (1.22)$$

где L – длина обработки, $L_1=5$ мм;

i – число отверстий, $i=4$.

$$T_o = \frac{35}{630 \cdot 0,15} \cdot 4 = 0,2 \text{ мин.}$$

б) Пятый переход: развернуть 2 отв. Ø8,5H8 мм на проход.

1) Глубина резания: $t=0,5 \cdot (D - d)=0,5 \cdot (8,5 - 8,4)=0,05$ мм.

2) Подача [5]: $S=0,5 \dots 2$ мм/об; $S=1$ мм/об

3) Скорость резания по формуле (4.12):

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

где $T=30$ мин. - период стойкости развертки [5]

$C_v=18,0$; $q=0,6$; $y=0,3$; $m=0,25$; $x=0,2$; [5]

$K_v=0,73$;

$$V = \frac{18 \cdot 8,5^{0,6}}{30^{0,25} \cdot 0,05^{0,2} \cdot 1^{0,3}} \cdot 0,73 = 22,3 \text{ м/мин.}$$

4) Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 22,3}{\pi \cdot 8,5} = 657,5 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка: $n_{ст}=630$ об/мин.

Фактическая скорость резания :

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{cm}}{1000} = \frac{\pi \cdot 8,5 \cdot 630}{1000} = 21,3 \text{ м/мин.}$$

5) Крутящий момент и осевая сила определяем по формулам:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p; \quad (1.23)$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.24)$$

$C_m=0,09$; $q=1,0$; $y=0,8$; $x=0,9$; $C_p=67$; $x=1,2$; $y=0,65$; [5]

$K_p=0,77$;

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 8,5^{1,0} \cdot 0,05^{0,9} \cdot 0,3^{0,8} \cdot 0,77 = 4,7 \text{ Нм};$$

$$P_o = 10 \cdot 67 \cdot 0,05^{1,2} \cdot 0,3^{0,65} \cdot 0,77 = 870 \text{ Н.}$$

6) Мощность резания определяем по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} = \frac{4,7 \cdot 630}{9750} = 0,3 \text{ кВт.} \quad (1.25)$$

7) Проверка на достаточность привода станка по формуле:

$$N_{шп} > N_e, \quad (1.26)$$

$$N_{шп} = 30 \cdot 0,9 = 27 \text{ кВт} > 0,3 \text{ кВт.}$$

8) Основное время определяем по формуле:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \quad (1.26)$$

$$T_o = \frac{35}{630 \cdot 1} \cdot 2 = 0,11 \text{ мин}$$

По методике [5,6,7] проводим расчеты для последующих переходов и операций. Расчет режимов сводим в таблицу 1.17.

Таблица 1.17 - Режимы резания

№	Содержание перехода	i	t, мм	S _м , мм/мин	S, мм/об	V, м/мин	п, об/мин	T _о , мин
Операция 005 Фрезерная								
1	Фрезеровать в размер 40. ₂ мм	1	4	600	-	152	400	0,24
Операция 015 Фрезерная								
1	Фрезеровать в размер 35. _{0,5} мм;	1	4	600	-	152	400	0,24
2	Центровать 4 отв.	4	3	-	0,25	21,98	1400	0,056
3	Сверлить 2 отв. Ø 8,5 ^{+0,3}	2	4,25	-	0,15	19,7	630	0,2
4	Сверлить 2 отв. Ø 8,3 ^{+0,1}	2	4,15	-	0,15	19,7	630	0,2
5	Развернуть 2 отв. Ø 8,5Н8	2	0,1	-	1	21,3	630	0,11
Операция 025 Сверлильно-фрезерная								
Позиция 1								
1	Фрезеровать поверхность в размер 35. _{0,1}	1	2,5	1800	-	150	1000	0,07
2	Фрезеровать 2 площадки под центровку	1	1	1800	-	70	3000	0,01
3	Центровать 3 отв., сверлить отв. Ø6 ^{+0,5} в р-р 5 ⁺¹	4	3	-	0,25	21,98	1400	0,056
4	Сверлить отв. Ø 4 ^{+0,3} в р-р 45 ⁺¹	1	2	-	0,10	50	4000	0,113
5	Сверлить отв. Ø 12 ^{+0,5} в р-р 130	1	6	-	0,3	17,37	400	0,91
6	Зенкеровать отв. Ø 20,5 ^{+0,3} в р-р 8 ⁺¹	1	4,25	-	1,0	6,8	100	0,08
7	Зенкеровать отв. Ø 17,5 ^{+0,3} в р-р 25±0,3	1	4	-	1,0	6,8	100	0,17
8	Расточить отв. Ø 13,5 в р-р 130	1	1	-	0,1	47,1	1500	0,53
9	Фрезеровать канавку 20,7 ^{+0,5} в р-р 6 ^{+0,3}	1	1,1	200	-	14,13	180	2,5
10	Фрезеровать канавку 14,8Н12 в р-р 4,8Н13	1	0,65	200	-	14,13	180	1,8
11	Зенковать фаску 1,6х30	1	0,5	-	0,5	14,94	140	0,042
12	Зенковать фаску 1,6х30	1	0,5	-	0,5	14,94	140	0,042
13	Развернуть отв. Ø 14 ^{+0,08} в р-р 85 ⁺¹	1	0,25	-	0,6	10,8	315	0,88
14	Развернуть отв. Ø 18,49 ^{+0,22} и Ø 21 ^{+0,112}	1	0,25	-	0,6	10,8	315	0,2
15	Фрезеровать резьбу М36х1,5-7Н	1	1,5	160	-	25,5	400	0,3

Продолжение таблицы 1.17

№	Содержание перехода	i	t, мм	S _м , мм/мин	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	T _о , мин
16	Скруглить R1	2	0,1	160	-	188,4	4000	0,03
Позиция 3:								
1	Фрезеровать поверхность в размер 71±0,2	1	2,5	1800	-	150	1000	0,15
2	Фрезеровать пов-ть в р-р 86±0,2; 20; 17±0,5; паз 16Н11	5	2,5	1800	-	70	1200	0,8
3	Центровать 3 отв.; 1 отв. Ø 6	4	3	-	0,25	21,98	1400	0,056
4	Сверлить отв. Ø 4 ^{+0,3} в р-р 68 ^{+1,5}	1	2	-	0,10	50	4000	0,18
5	Сверлить 2 отв. Ø 8,5 ^{+0,5} ; Ø 13,5 ^{+0,5} в р-р 60 ⁺¹ ; 64 ⁺¹	1	4,25	-	0,3	17,37	400	0,5
6	Зенкеровать отв. Ø 9; отв. Ø 13,5 в р-р 60 ⁺¹ ; 64 ⁺¹	1	1	-	0,2	11,8	630	1,14
7	Зенкеровать отв. Ø 20,5 ^{+0,3} в р-р 8 ⁺¹	1	4,25	-	1,0	6,8	100	0,08
8	Зенкеровать отв. Ø 17,5 ^{+0,3} в р-р 25 ^{+0,3}	1	4	-	1,0	6,8	100	0,17
9	Зенкеровать отв. Ø 24,5 ^{+0,3} в р-р 8 ⁺¹	1	4,25	-	1,0	6,8	100	0,08
10	Зенкеровать отв. Ø 22 ^{+0,3} в р-р 25±0,3	1	4	-	1,0	6,8	100	0,17
11	Фрезеровать 2 канавки 20,7 ^{+0,5} в р-р 6 ^{+0,3} и 24,7 ^{+0,5} в р-р 6 ^{+0,3}	1	1,1	-	0,1	14,13	180	0,65
12	Зенковать 2 фаски 1,6х30	2	0,5	-	0,5	14,94	140	0,084
13	Зенковать 2 фаски 1,6х30	2	0,5	-	0,5	14,94	140	0,084
14	Развернуть 2 отв. Ø 14 ^{+0,103} в р-р 40 ^{+0,2} ; 44 ^{+0,2}	1	0,25	-	0,6	10,8	315	0,88
15	Развернуть отв. Ø 18,49 ^{+0,22} и 21 ^{+0,112}	1	0,25	-	0,6	10,8	315	0,2
16	Развернуть отв. Ø 22,49 ^{+0,22} и 25 ^{+0,112}	1	0,25	-	0,6	10,8	315	0,2
17	Фрезеровать резьбу М36х1,5-7Н	1	1,5	160	-	25,5	400	0,3
18	Скруглить R1	2	0,1	160	-	188,4	4000	0,03
Позиция 2:								
1	Центровать 4 отв.;	4	1,5	-	0,25	21,98	1400	0,056
2	Сверлить 2 отв. Ø 4,5 ^{+0,18}	2	2,25	-	0,10	50	4000	0,195
3	Сверлить отв. Ø 5Н11	1	2,5	-	0,10	50	4000	0,11

4	Сверлить отв. $\varnothing 3^{+0,3}$ в размер 10^{+1}	1	1,5	-	0,10	50	4000	0,03
---	---	---	-----	---	------	----	------	------

Продолжение таблицы 1.17

№	Содержание перехода	i	t, мм	S _м , мм/мин	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	T _о , мин
Операция 035 Фрезерно-сверлильно-расточная								
Позиция 1								
1	Фрезеровать 3 площадки под центровку	1	1	1800	-	70	3000	0,015
2	Центровать 3 отв.; сверлить отв. $\varnothing 6$ в р-р 28^{+1} ; сверлить отв. $\varnothing 6$ в р-р 5^{+1}	4	3	-	0,25	21,98	1400	0,08
3	Сверлить 2 отв. $\varnothing 4^{+0,3}$ в р-р 41^{+1}	1	2	-	0,10	50	4000	0,226
Позиция 2								
1	Фрезеровать площадку под центровку	1	1	1800	-	70	3000	0,01
2	Центровать отв.; сверлить отв. $\varnothing 6$ в р-р 5^{+1}	2	3	-	0,25	21,98	1400	0,06
3	Сверлить отв. $\varnothing 4^{+0,3}$ в р-р 30^{+2}	1	2	-	0,10	50	4000	0,1
Позиция 3								
1	Фрезеровать поверхность в размер $15 \pm 0,2$	1	2,5	1800	-	150	1000	0,15
2	Центровать 2 отв.; сверлить отв. $\varnothing 6$ в р-р 5^{+1}	2	3	-	0,25	21,98	1400	0,06
3	Сверлить отв. $\varnothing 4^{+0,3}$ в р-р 46^{+1}	1	2	-	0,10	50	4000	0,113
Операция 045 Плоскошлифовальная								
1	Шлифовать поверхность в размер $34,5_{-0,03}$	-	0,3	-	0,4	45	1500	1,4
Операция 050 Плоскошлифовальная								
1	Шлифовать поверхность в размер $34_{-0,02}$	-	0,5	-	0,4	45	1500	1,4
Операция 055 Сверлильная								
1	Центровать 6 отв.	6	3	-	0,25	21,98	1400	0,084
2	Сверлить 5 отв. $3^{+0,3}$ в р-р 34; 1 отв. $3^{+0,3}$ в р-р 11+1	1	2	-	0,10	50	2500	0,936
3	Цековать отв. 8Н11 в р-р $1,4^{+0,18}$	1	1,5	-	0,1	10	400	0,96

4	Цековать отв. 4Н11 в р-р 4 ^{+0,18} .	1	0,5	-	0,1	5	400	1,35
---	---	---	-----	---	-----	---	-----	------

1.2.7 Нормирование технологического процесса

Норма времени [10,11]:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (1.27)$$

где $T_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

$T_{\text{шт}}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{\text{п-з}}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Для станков с ЧПУ [7]:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{ив}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), \quad (1.28)$$

где $T_{\text{ца}} = T_{\text{о}} + T_{\text{мв}}$, – время цикла автоматической работы станка по программе, мин.

$T_{\text{о}}$ – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{\text{мв}}$ – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменение величины и направления подачи, время технологических пауз.), мин;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин;

$K_{\text{ив}}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{\text{обс}}$ – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{\text{отд}}$ – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{опер}} + T_{\text{изм}}, \quad (1.29)$$

где $T_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{\text{опер}}$ – время, связанное с операцией, мин;

$T_{\text{изм}}$ – время на измерение, мин.

$$T_{\text{п-з}} = T_{\text{п-31}} + T_{\text{п-32}} + T_{\text{п-3.обр}}, \quad (1.30)$$

где $T_{\text{п-31}}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{\text{п-32}}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{\text{п-3.обр}}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Для универсальных станков:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{о}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{ив}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), \quad (1.31)$$

где $T_{\text{о}}$ – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин;

$K_{\text{ИВ}}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{\text{ОБС}}$ – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{\text{ОТД}}$ – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_{\text{В}} = T_{\text{УСТ}} + T_{\text{ПЕР}} + T_{\text{ИЗМ}}, \quad (1.32)$$

где $T_{\text{УСТ}}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{\text{ПЕР}}$ – время, связанное с переходом, мин;

$T_{\text{ИЗМ}}$ – время на измерение, мин.

$$T_{\text{П-З}} = T_{\text{П-З1}} + T_{\text{П-З2}} + T_{\text{П-З.ОБР}}, \quad (1.33)$$

где $T_{\text{П-З1}}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{\text{П-З2}}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{\text{П-З.ОБР}}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы [10,11] и приведены в таблице 1.18.

Таблица 1.18 - Нормирование технологического процесса

Наименование операции	Содержание работы	Время, мин и коэффициенты
005	Фрезерная	
	Основное время	0,24
	Вспомогательное время:	
	- Время на установку и снятие изделия	0,7
	- Время, связанное с переходом	0,8
	- Время на измерение	0,2
		1,7
	Суммарное вспомогательное время:	9% $t_{\text{оп}}$
	- Время на обслуживание рабочего места	9% $t_{\text{оп}}$
	- Время перерывов на отдых и личные надобности	19,5
015	- Подготовительно-заключительное время на партию	2,2
	Штучное время	2,25
	Штучно-калькуляционное время	
	Фрезерная	
	Основное время	0,806
	Вспомогательное время:	
	- Время на установку и снятие изделия	0,7
	- Время, связанное с переходом	2,2
	- Время на измерение	0,2
		3,1
025	Суммарное вспомогательное время:	9% $t_{\text{оп}}$
	- Время на обслуживание рабочего места	9% $t_{\text{оп}}$
	- Время перерывов на отдых и личные надобности	19,5
	- Подготовительно-заключительное время на партию	3,2
	Штучное время	3,25
	Штучно-калькуляционное время	
	Фрезерно-сверлильно-расточная	
	Основное время	13,848
	Вспомогательное время:	
	- Время на установку и снятие изделия	1,5
	- Время, связанное с переходом	8,86
	- Время на измерение	3,5

	Суммарное вспомогательное время:	13,86
	- Время на обслуживание рабочего места	14% $t_{оп}$
	- Время перерывов на отдых и личные надобности	14% $t_{оп}$
	- Подготовительно-заключительное время на партию	15,5
	Штучное время	30,60
	Штучно-калькуляционное время	30,8

Продолжение табл. 1.18

035	Фрезерно-сверлильно-расточная Основное время Вспомогательное время: - Время на установку и снятие изделия - Время, связанное с переходом - Время на измерение Суммарное вспомогательное время: - Время на обслуживание рабочего места - Время перерывов на отдых и личные надобности - Подготовительно-заключительное время на партию Штучное время Штучно-калькуляционное время	0,814 1,25 2,5 3,5 7,25 16% $t_{оп}$ 16% $t_{оп}$ 17 8,6 8,7
045	Плоскошлифовальная Основное время Вспомогательное время: - Время на установку и снятие изделия - Время, связанное с переходом - Время на измерение Суммарное вспомогательное время: - Время на обслуживание рабочего места - Время перерывов на отдых и личные надобности - Подготовительно-заключительное время на партию Штучное время Штучно-калькуляционное время	1,4 0,9 0,6 0,2 1,7 5% $t_{оп}$ 5% $t_{оп}$ 7,5 3,1 3,2
050	Плоскошлифовальная Основное время Вспомогательное время: - Время на установку и снятие изделия - Время, связанное с переходом - Время на измерение Суммарное вспомогательное время: - Время на обслуживание рабочего места - Время перерывов на отдых и личные надобности - Подготовительно-заключительное время на партию Штучное время Штучно-калькуляционное время	1,4 0,9 0,6 0,2 1,7 5% $t_{оп}$ 5% $t_{оп}$ 7,5 3,1 3,2
055	Сверлильная Основное время Вспомогательное время: - Время на установку и снятие изделия	3,33 0,9

	- Время, связанное с переходом	0,93
	- Время на измерение	3,5
	Суммарное вспомогательное время:	5,3
	- Время на обслуживание рабочего места	14% $t_{оп}$
	- Время перерывов на отдых и личные надобности	14% $t_{оп}$
	- Подготовительно-заключительное время на партию	15,5
	Штучное время	9,19
	Штучно-калькуляционное время	9,25

Продолжение табл. 1.18

070	Электро-эрозионная	
	Основное время	0,33
	Вспомогательное время:	
	- Время на установку и снятие изделия	3,9
	- Время, связанное с переходом	0,93
	- Время на измерение	0,5
	Суммарное вспомогательное время:	5,3
	- Время на обслуживание рабочего места	14% $t_{оп}$
	- Время перерывов на отдых и личные надобности	14% $t_{оп}$
	- Подготовительно-заключительное время на партию	15,5
	Штучное время	6,19
	Штучно-калькуляционное время	6,25

1.3 Конструкторская часть

1.3.1 Обоснование и описание конструкции фрезерного приспособления

В конструкторской части спроектировано фрезерное приспособление ФЮРА.057.008.003СБ, которое предназначено для фрезерования корпуса на вертикально-фрезерном станке ГФ2171С5.

Базирование детали в приспособлении осуществляется по трем плоскостям. Три точки несёт главная базирующая плоскость, две точки (направляющая база) – боковая плоскость имеющая максимальную длину, одну точку – упорная база.

Приспособление состоит из плиты поз. 1, основание 10, на которой установлены мембранные пневмоцилиндры поз. 2, основание поз. 13, на котором имеются опорные пластины поз. 39, губки 7 на стойке 14 для базирования заготовок. Усилие зажима создается при помощи пневмоцилиндры через поворотные кулачки поз. 8.

Базирование приспособления осуществляется при помощи двух шпонок, и закрепляется к столу станка болтами, вставляемыми в пазы основания.

1.3.2 Расчет зажимных элементов приспособления

На данной операции осуществляется фрезерование. В расчете участвует только сила резания R , направленная под 90° к силе зажима, которая стремится сдвинуть заготовку вдоль опор.

Схема сил, действующих на приспособление, показана на рисунке 12.

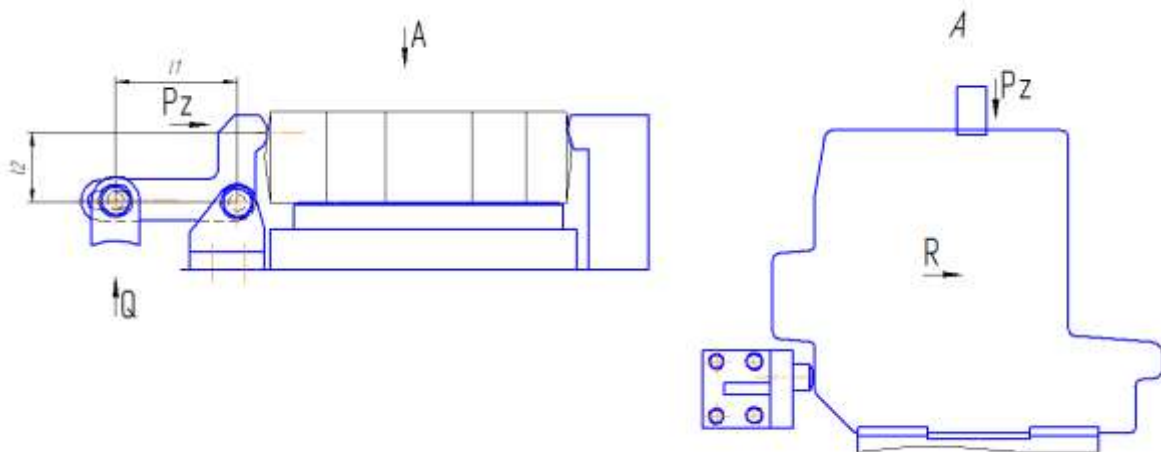


Рисунок 12 Схема сил

Из равенства моментов сил относительно опор находим необходимую силу зажима [14]:

$$P_3 = Q \frac{l_1}{l_2} \cdot \eta, \quad (1.34)$$

где η - КПД, учитывающий потери на трение в опоре планки, $\eta=0,95$;

Q-исходная сила, развиваемая винтовым механизмом, Н;
 $l_1=45\text{мм}$; $l_2=26\text{мм}$ – длины рычагов;

P_3 -сила зажима, Н , определяется по формуле [14]:

$$P_3 = K \cdot R, \quad (1.35)$$

где R – сила резания (в нашем случае $R=2150\text{Н}$);

K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку, который рассчитывается по формуле [14]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (1.36)$$

где K_0 – коэффициент гарантированного запаса, $K_0 = 1,5$

$K_1 = 1,2$ - коэффициент неровностей;

$K_2 = 1,3$ – характеризует увеличение сил резания вследствие затупления инструмента;

$K_3 = 1,2$ – характеризует увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,1$ – т. к. пневматический односторонний ;

$K_5 = 1,1$ – при удобном расположении рукояток;

$K_6 = 1,0$ поправочный коэффициент.

$$K=1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,0=3,92$$

Сила, необходимая для зажима:

$$P_3=2150 \cdot 3,92=8428\text{Н}.$$

Преобразовав формулу (1.34) получаем формулу:

$$Q = P_3 \frac{l_2}{l_1 \cdot \eta}, \quad (1.37)$$

$$Q = 8428 \cdot \frac{26}{45 \cdot 0,95} = 5125\text{Н}$$

Определяем давление полости цилиндра по формуле [14]:

$$F = Q / S_{\pi}, \quad (1.38)$$

где S_{π} - площадь мембраны, определяется по формуле [14]:

$$S_{\pi} = \pi R^2, \quad (1.39)$$

где R - это радиус мембраны, $R=70\text{мм}$.

$$S_{\pi} = 3,14 \cdot 7,5^2 = 176,6\text{ см}^2$$

$$F = 5125 / 176,6=29\text{ Н/ см}^2$$

1.3.3 Расчёт приспособления на точность

Расчёт приспособления на точность ведём по методике, изложенной в [14].

Для расчета точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления. Определяем по формуле [10]:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\sigma} + \varepsilon_z + \Delta_{np}^2}, \quad (1.40)$$

где ε_{δ} - погрешность базирования, ε_z - погрешность закрепления, Δ_{np}^2 – погрешность положения заготовки, зависящая от приспособления.

$$\varepsilon_{\delta} = 0,176 \text{ мм}.$$

ε_z – погрешность закрепления, которая определяется по формуле: [11]

$$\varepsilon_z = [(K_{Rz} R_z + K_{HB} HB) + C_1] \left(\frac{Q}{9,8} \right)^n \frac{1}{F^m}, \quad (1.41)$$

$K_{BZ} = 0,015$ - коэффициент шероховатости;

$K_{HB} = 0,015$ - коэффициент твердости;

$$\varepsilon_z = [(0,016 \cdot 32 - 0,0045 \cdot 241) + 1,057] \cdot \left(\frac{8428}{9,8} \right)^{0,6} \cdot \frac{1}{4^{0,6}} = 0,018 \text{ мм}.$$

При использовании одноместных приспособление $\Delta_{np} = \varepsilon_u$ операции строго закреплены за рабочими местами, ε_{np} и ε_y компенсируются настройки системы СПИД.

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{0,018^2 + 0,176^2 + 0,04^2} = 0,089 \text{ мм}.$$

Приспособление удовлетворяет требованиям точности, т. к. погрешность установки не превышает допуска на выполняемые размеры $TD = 870 \text{ мкм}$.

1.4 Организационная часть

1.4.1 Определение трудоемкости программы выпуска изделий

Определяем трудоемкость программы выпуска изделий по формуле:

$$T_c = \frac{\sum T_{шт-к} \cdot N_g}{60}, \text{ н/час. },$$
$$T_c = \frac{64,25 \cdot 2100}{60} = 2248,75 \quad (1.42)$$

где T_c – трудоёмкость в нормо-часах;

$T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время, мин;

N_g – годовая программа выпуска, шт.

$$\sum T_{шт-к} = 2,25 + 3,25 + 30,8 + 8,7 + 3,2 + 3,2 + 9,25 + 3,6 = 64,25 \text{ мин} \quad (1.43)$$

1.4.2 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле [13]:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d},$$

(1.44)

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:

$$F_d = F_n \cdot K_n = 1987 \cdot 0,97 = 1927 \text{ час},$$

(1.45)

где F_n – номинальный годовой фонд времени работы оборудования, час;

$K_n = 0,97$ – коэффициент, учитывающий потери времени при ремонте оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{зо} = \frac{C_p}{C_{п}} \cdot 100,$$

(1.46)

где $C_{п}$ – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 1.19:

Таблица 1.19 - Определение коэффициентов загрузки операций

№ операции	Т _{шт-к} , мин	С _р	С _п	К _{зо} , %
005,	2,25	0,102	1	10
015	3,25	0,148	1	14,8
025	30,8	1,399	2	69,95
035	8,7	0,395	1	39,5
045, 050	6,4	0,296	1	29,6
055	9,25	0,42	1	42
075	3,6	0,163	1	16,3

Средний коэффициент загрузки $K_{зо. ср.} = 31,73\%$.

Т.к. коэффициент загрузки на некоторые операции не большой, операции 005, 015 и 055 можно выполнять последовательно на одном станке.

Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки. Результаты расчетов приведены в таблице 1.20, график загрузки оборудования представлен на рисунке 14.

Таблица 1.20 - Определение коэффициентов загрузки операций

№ операции	Т _{шт-к} , мин	С _р	С _п	К _{зо} , %
005, 015, 055	14,25	0,647	1	64,7
025	30,8	1,399	2	69,95
035	8,7	0,395	1	39,5
045, 050	6,4	0,296	1	29,6
075	3,6	0,163	1	16,3

Средний коэффициент загрузки $K_{зо. ср.} = 48,3\%$.

Коэффициент загрузки оборудования допускает произвести дозагрузку оборудования за счёт изготовления изделий другой номенклатуры.

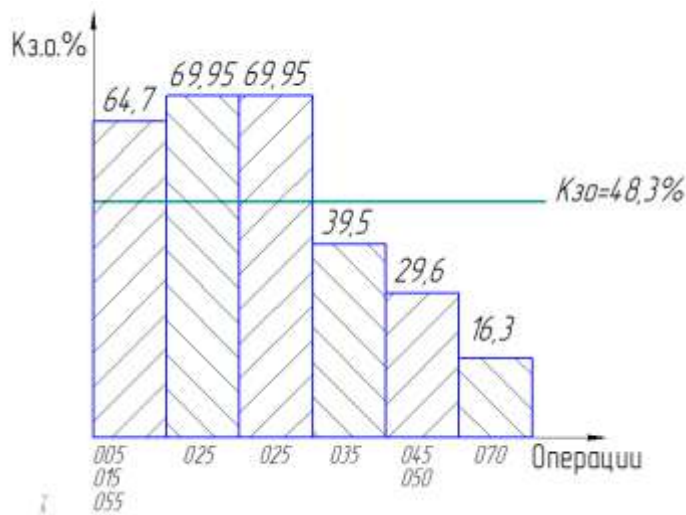


Рисунок 14 График загрузки оборудования

1.4.3 Определение численности рабочих

Определяем численность рабочих по формуле [10]:

$$\text{Ч}_{\text{осн}} = \sum_{i=1}^M (\text{C}_{\text{пи}} \cdot \text{п}_{\text{сми}}), \quad (1.47)$$

где $\text{п}_{\text{сми}}$ - количество смен работы оборудования на i -й операции

$$\text{Ч}_{\text{осн}} = (1 \cdot 1) + (2 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) = 6 \text{ чел.}$$

Вспомогательных рабочих [10]:

$$\text{Ч}_{\text{всп}} = \text{Ч}_{\text{осн}} \cdot \frac{k_{\text{всп}}}{100}, \quad (1.48)$$

где $k_{\text{всп}} = 60\%$ - коэффициент численности вспомогательных рабочих.

$$\text{Ч}_{\text{всп}} = 6 \cdot \frac{60}{100} = 3,6$$

Численность вспомогательных рабочих принимаем равной 4 чел.

Специалистов:

$$\text{Ч}_{\text{спец}} = (\text{Ч}_{\text{осн}} + \text{Ч}_{\text{всп}}) \frac{k_{\text{спец}}}{100}, \quad (1.49)$$

где $k_{\text{спец}} = 8 \dots 12\%$ - коэффициент численности специалистов.

$$\text{Ч}_{\text{спец}} = (6 + 4) \frac{12}{100} = 1,2,$$

Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

Служащих:

$$\text{Ч}_{\text{служ}} = (\text{Ч}_{\text{осн}} + \text{Ч}_{\text{всп}} + \text{Ч}_{\text{спец}}) \frac{k_{\text{служ}}}{100}, \quad (1.50)$$

где $k_{\text{служ}} = 2 \dots 4\%$ - коэффициент численности служащих.

$$Ч_{служ} = (6 + 4 + 1) \frac{4}{100} = 0,44$$

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

Руководителей:

$$Ч_{рук} = (Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец} + Ч_{служ}) \frac{k_{рук}}{100},$$

(1.62)

где $k_{рук} = 1,5 \dots 2\%$ - коэффициент численности руководителей.

$$Ч_{рук} = (6 + 4 + 1 + 1) \frac{2}{100} = 0,24$$

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников подразделения составляет

$$Ч_{общ} = Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец} + Ч_{служ} + Ч_{рук}$$

(1.51)

$$Ч_{общ} = 6 + 4 + 1 + 1 + 1 = 13 \text{ чел.}$$

Произведенные выше расчеты заносим в таблицу 1.21.

Таблица 1.21 - Численность рабочих

Наименование операции	Количество работающих	Разряд	Оборудование
1.Производственные рабочие: -фрезеровщик -оператор станков с ЧПУ -шлифовщик -оператор хонинговального станка	1 3 1 1	4 4 4 3	ГФ2171С5 ИР320ПМФ4 ЗП722 ЗК833
2.Вспомогательные рабочие -наладчик станков с ЧПУ -заточник -слесарь	1 2 1	6 3 5	
3.Специалисты: -инженер технолог	1	9	
4.Служащие: -Уборщик производственных помещений.	1	2	
5.Руководители: -Мастер.	1	10	

2 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. 10А41

(Подпись)

О. Д. Соловьева

(Дата)

Консультант
к.т.н., доцент кафедры
БЖДЭиФВ,

(Подпись)

С. А. Солодский

(Дата)

Нормоконтроль
доцент кафедры ТМС

(Подпись)

К. В. Зайцев

(Дата)

2.1. Характеристика объекта исследования

Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных факторов.

При проектировании технологического процесса изготовления детали 4МЮ 23/32 31.15.200СБ применяются следующие станки:

- Вертикально-фрезерный станок ГФ2171С5;
- Обрабатывающий центр ИР320ПМФ4;
- Плоскошлифовальный станок 3П722;
- Настольный сверлильный станок 2М112;

Следовательно, деталь подвергается сверлильной, фрезерной и абразивной обработке.

Материалом корпуса является сталь 35 ГОСТ 1050–88, масса заготовки– 2,3 кг, следовательно для установки её на станок не требуются подъёмно-транспортные устройства.

Выполнение рассматриваемого технологического процесса сопровождается следующими вредными и опасными факторами:

а) опасные факторы – это движущиеся части производственного оборудования; стружка обрабатываемого материала; обломки инструментов; высокая температура поверхности обрабатываемой детали и инструмента; возможное появление электрического тока, при котором может произойти замыкание через тело человека.

При обработке стали 35 образуется металлическая стружка, имеющая высокую температуру и представляющая серьезную опасность не только для работающих на станке, но и для лиц находящихся вблизи станка. Опасность для глаз представляет не только отлетающая стружка, но и пылевые частицы обрабатываемого материала, осколки режущего инструмента. Также следует отметить что режимы обработки выбранные в ходе разработки технологического процесса таковы что скорость вращения заготовки на станке не высока ввиду больших размеров заготовки, однако увеличены величины глубины резания соразмерно с подачами станка. Из этого следует, что главную опасность представляет отлетающая стружка, которая имеет большую толщину и очень раскалена.

б) вредные факторы – повышенная запыленность воздуха в разработанном технологическом процессе присутствуют, применяется шлифование и сварочные работы для вварки заглушек. Вредные факторы при запыленности следующие: для неядовитой пыли характерно раздражение и даже ранение пылинками слизистых оболочек дыхательных путей, приводящее к их воспалению, а при проникновении в легкие – к возникновению специфических заболеваний. Образование этой пыли имеет место при металлообработке и прокатке. При сварке образуется пыль содержащая марганец, хром, фтор, которая является ядовитой. В результате действия ядовитых веществ у человека возникает болезненное состояние –

отравление, опасность которого зависит от продолжительности действия, концентрации (кг/м³) и вида яда. Сварочная пыль и пыль, образующаяся при шлифовании, могут явиться причиной заболевания пневмокониозом.

Обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ. Между станками поставлены ограждения от летящей стружки. Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Уборка стружки руками запрещена. Если уборка стружки не механизирована, то применяют крючки, щетки.

Вседвигающиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т. д., представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с концевыми выключателями. На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка.

Технологические планировки на проектируемом участке обработки резанием должны быть согласованы с территориальными органами государственного санитарного и пожарного надзора. Проходы и проезды на участке должны обозначаться разграничительными линиями белого цвета шириной не менее 100 мм. На территории участка проходы, проезды, люки колодцев должны быть свободными, не загромождаться материалами, заготовками, полуфабрикатами, деталями, отходами производства и тарой.

Заготовки, детали у рабочих мест должны укладываться на стеллажи и в ящики способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъёмных механизмов. Высоту штабелей заготовок на рабочем месте следует выбирать исходя из условий их устойчивости и удобства снятия с них деталей, но не выше 1 м; ширина между штабелями должна быть не менее 0,8 м. Освобождающуюся тару и упаковочные материалы необходимо своевременно удалять с рабочих мест в специально отведённые места.

2.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов

В процессе обработки корпусов на рабочего действуют следующие вредные и опасные производственные факторы, влияющие на здоровье и самочувствие человека:

- недостаточное освещение может ухудшить зрение человека, а также косвенно влияет на безопасность труда и качество продукции;
- электрический ток поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека;

Эксплуатация большинства машин связана с применением электрической энергии. Электрический ток, проходя через организм,

оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие, вызывая местные и общие электротравмы. Основными причинами поражения электрическим током являются:

а) случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

б) повышение напряжения на конструктивных частях электрооборудования в результате повреждения изоляции и других причин.

в) появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного выключения установки.

г) возникновение шагового напряжения на поверхности земли, в результате замыкания провода на землю.

При гигиеническом нормировании ГОСТ 12.1.038-82 устанавливает предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека (рука – нога, рука – рука) при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц.

Движущиеся органы станков могут привести к механическим повреждениям, которые в свою очередь приводят к серьезным травмам, т. к. обработка ведётся на станках с ЧПУ, на которых существует вероятность получения травмы при смене инструмента, т.к. смена инструмента производится с большой скоростью и может быть для рабочего неожиданной;

Всякое механическое оборудование является источником механических повреждений. При обработке на станках с ЧПУ эта опасность возрастает из-за того, что работа станка при включении вспомогательных перемещений (быстрый подвод и отвод инструмента) связана с большими скоростями. Эти перемещения происходят согласно программе и момент их перемещения трудно предсказать, что увеличивает степень риска получения травмы при попадании руки оператора в зону обработки. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и строгого соблюдения инструкций по управлению станком.

К опасностям, механически воздействующим на организм человека, относят:

- движущиеся машины и механизмы.
- подвижные части производственного оборудования.
- передвигаемые изделия, заготовки, материалы.
- острые кромки, заусенцы, шероховатости на поверхности заготовок, инструменты и оборудование.

Шум ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность и ухудшается качество работы, повышается вероятность несчастных случаев;

Шум – это совокупность звуков различных высот и интенсивности, беспорядочно изменяющихся во времени и вызывающих у рабочего

неприятные субъективные ощущения. Характеристика спектра и уровня шума зависят от большего числа факторов – режимов резанья, геометрии и состояния режущей части инструмента, материала инструмента и т.д.

Неблагоприятное воздействие шума, в первую очередь, отражается на состоянии слуховой функции работающих. Кроме того, шум отрицательно влияет на нервную систему, что выражается в нарушении концентрации внимания, точности и координации движений ранним возникновением чувства усталости. Все это вызывает снижение производительности труда, повышенный травматизм.

Вибрация может привести к развитию виброболезни.

Вибрация представляет собой механические колебательные движения, простейшим видом которых являются синусоидальные колебания.

В производственных условиях почти не встречается вибрация в виде простых синусоидальных колебаний. Возникающие в результате работы машин и оборудования сложное колебательное движение является апериодичным или квазипериодичным, имеет импульсный или топгиообразный характер.

В зависимости от контакта тела рабочего с вибрацией условно различают местную (локальную) и общую вибрацию (вибрация рабочих мест).

По характеру вибрация бывает:

- узкополосная;
- широкополосная;

По частотному составу:

- низкочастотная (до 35 Гц);
- среднечастотная (35-125 Гц);
- высокочастотная (125 Гц и выше);

По временным характеристикам:

- постоянная;
- не постоянная;

Разработанный технологический процесс имеет источник локальных вибраций, т.к. на слесарных операциях для удаления заусенцев применяется бор машинка. На всех остальных операциях время контакта рук рабочего с органами управления работающего станка ограничено.

Главной опасностью длительного воздействия вибрации на организм является развитие виброболезни, при которой происходит поражение нервно-мышечной, сердечно-сосудистой и опорно-двигательной систем.

Источником шума и вибрации является металлорежущее оборудование, электродвигатели, краны и т.д.

Стружка может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка.

Промышленная пыль. Пыль – это понятие, определяющее физическое состояние вещества, раздробленность его на мельчайшие частицы, которые

будучи взвешенными в воздухе, представляют собой дисперсную систему (аэрозоль).

По происхождению пыль подразделяют на органическую, неорганическую, искусственную, металлическую и смешанную.

Источниками образования пыли на производстве являются технологические процессы и производственное оборудование, связанное с измельчением перерабатываемого материала, а условием, способствующему контакту с пылью служит использование ручных операций, которые вынуждают обслуживающий персонал, находится в зонах максимального запыления воздуха. Одним из основных свойств пыли является ее способность вызывать профессиональные заболевания легких и дыхательных путей.

СОЖ может привести к развитию кожных заболеваний.

2.3 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. В производственных помещениях используется три вида освещения:

- естественное (источником является солнце);
- искусственное (используются лампы накаливания, газоразрядные);
- смешанное (естественное + искусственное).

Различают виды искусственного освещения:

- общее (равномерное или локализованное);
- местное (стационарное или переносное);
- комбинированное (общее + местное).

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23–05–95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах 0,1...12%,

Для местного освещения применяются светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещенность была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Качество выпускаемой продукции в значительной степени зависят от качества освещения помещений и рабочих мест. Кроме того, недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов.

В цехе №58, где происходит технологический процесс изготовления детали, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы – фонари. Так как освещенность, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещенности применяется комбинированное освещение – естественное и искусственное.

Искусственное общее освещение – лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах.

Для освещения общего надзора за эксплуатацией оборудования применяются ртутные лампы СЗ-4-ДРЛ. Для местного освещения применяются люминесцентные лампы ЛБ.

Рассчитываем требуемое количество светильников. Расчет общего равномерного искусственного освещения рабочей поверхности выполняется методом коэффициента использования светового потока. Применяя этот метод, можно определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещенности поверхности с учетом света, отраженного стеклами и потолком. Методика расчета изложена в [16].

Величина светового потока лампы:

Величина светового потока лампы [8]:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta}, \quad (3.1)$$

где $E = 390$ лк – минимальная освещенность;

$k = 1,8$ – коэффициент запаса;

$S = 400$ м² – площадь освещаемого помещения;

$Z = 0,9$ – коэффициент неравномерности освещения;

$N = 18$ – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока (в долях единицы).

В данном случае величина общей освещенности составляет 300 лк и 3000 лк всего, которая корректируется с учетом коэффициента запаса 1,3, т.к. со временем за счет загрязнения светильников и уменьшения светового потока ламп снижается освещенность.

Для равномерного общего освещения светильники располагаются рядами параллельно стенам с окнами. Наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками: $L = 1,4$ м; $L = 5,6$; $L/3 = 1,86$.

По таблице 4.8 [16] для помещений со средним выделением пыли коэффициент запаса $K = 1$.

Наименьшая высота подвеса светильников над полом находится по таблице 4.7 [16] для светильников СЗ-4 ДРЛ равна 4 м.

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h(A + B)}; \quad (3.2)$$

где A, B – стороны помещения, м.

$$i = \frac{220}{12(20 + 11)} = 0,6$$

Коэффициент использования светового потока $\eta = 53\%$.

Коэффициент неравномерности освещения $z = 0,9$.

$$\Phi = \frac{400 \cdot 1,5 \cdot 220 \cdot 0,9}{12 \cdot 0,53} = 18679,245 \text{ лм}$$

Принимаем: 12 светильников СЗ-4ДРЛ 500 Вт ($\Phi = 21000$ лм).

2.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места. Вентиляция и кондиционирование

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением.

Температура воздуха поддерживается постоянной зимой – за счёт отопительных систем, летом – за счёт вентиляции.

Вентиляция – это организованный воздухообмен в помещениях. По способу перемещения воздуха подразделяется на:

- естественную (аэрация, проветривание);
- механическую (приточная, приточно-вытяжная).

По характеру охвата помещений различают:

- общеобменную;
- местную.

По времени действия:

- постоянно действующая;
- аварийная.

Работа вентиляционной системы создаёт на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548096.

Применяется воздушно-отопительный агрегат который обеспечивает подогрев воздуха, подаваемого в производственные помещения в холодный период года.

Самый распространённый – это пластинчатый калорифер. Тонкие стальные трубки, расположены вертикально в несколько рядов, соединены между собой металлическими пластинками, которые размещены на небольших расстояниях одна от другой по всей длине трубок. Концы трубок закреплены в коробках, имеющих патрубки для подсоединения к тепловой сети. Горячая вода или пар, проходя через трубки, нагревает их и металлические пластины, в которых они расположены. Воздух, побуждаемый вентилятором, проходя через зазоры между металлическими пластинами и трубками, отбирает от них тепло и подогревает до необходимой температуры, которую можно в известных пределах регулировать.

Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.548096 и ГОСТ 12.1.005-88.

2.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

При работе станков создаётся опасность поражения человека электрическим током. Для защиты от данного вредного фактора все станки должны быть заземлены. Все электрошкафы снабжены концевыми выключателями для исключения случайного попадания человека в зону действия электрического тока.

Расчёт заземления. Защитное заземление является простым, эффективным и широко распространённым способом защиты человека от поражения электрическим током. Обеспечивается это снижением напряжения оборудования, оказавшегося под напряжением и землей до безопасной величины.

Конструктивными элементами защитного заземления являются заземлители – металлические проводники, находящиеся в земле, и заземляющие проводники, соединяющие заземляемое оборудование с заземлителем.

На участке применяются искусственные заземлители – вертикальные стальные трубы длиной 2,5 метров и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства для электроустановок мощностью до 100 кВт и напряжением до 1000В должно быть не более 10 Ом.

На проектируемом участке применено контурное заземляющее устройство, которое характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещают по контуру площадки на котором находится заземляемое оборудование.

Для связи вертикальных электродов используем полосовую сталь сечением 4×40 мм. В качестве заземляющих проводников, предназначенных для соединения заземляющих частей с заземлителями, применяют, как правило, полосовую сталь.

Сущность расчёта защитного сопротивления сводится к определению числа вертикальных заземлителей и длины соединительной полосы.

Глубина заземления составляет 0,8 м, почва - суглинок.

Сопротивление одиночного заземлителя R_z , Ом вертикально установленного в землю определяется по формуле [9]:

$$R_z = \frac{\rho_z}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_m}{d}\right), \quad (3.4)$$

где d – диаметр трубы-заземлителя, см;

ρ_z – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

l_m – длина трубы, см;

h_m – глубина заковки трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы, см.

$d = 4$ см; $\rho_z = 10^4$ Ом·см; $l_m = 250$ см; $h_m = 205$ см.

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

$$R_z = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 250} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 205}{4}\right) = 34 \text{ Ом.}$$

Определяем требуемое число заземлителей Π , шт. по формуле [9]:

$$\Pi = \frac{R_z}{R \cdot \eta}, \quad (3.5)$$

где η – коэффициент использования группового заземлителя, $\eta = 0,8$.

$$П = \frac{34}{5 \cdot 0,8} = 8,5 \text{ шт.}, \text{ принимаем } П = 9 \text{ шт.}$$

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (П - 1), \quad (3.6)$$

где a – расстояние между заземлителями, м.

$$l_n = 1,05 \cdot 5 \cdot (9 - 1) = 42 \text{ м.}$$

Сопrotивление соединительной полосы определяем по формуле [9, стр. 168]:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}\right), \quad (3.7)$$

где b – ширина полосы, см;

l_n – длина полосы, см;

ρ_n – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

h_n – глубина заковки трубы в землю, см.

$b = 1,2 \text{ см}; \rho_n = 10^4 \text{ Ом·см}; l_n = 4200 \text{ см}; h_n = 80 \text{ см.}$

$$R_n = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 4200} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2}\right) = 4,8 \text{ Ом}$$

Результирующее сопротивление по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле [9]:

$$R_c = \frac{R_z \cdot R_n}{R_z \cdot \eta_n + R_n + \eta_z \cdot П}, \quad (3.8)$$

где η_z – коэффициент использования труб контура, $\eta_z = 0,8$;

η_n – коэффициент использования полосы, $\eta_n = 0,7$.

Подставив значения в формулу получим:

$$R_c = \frac{34 \cdot 4,8}{34 \cdot 0,7 + 4,8 + 0,8 \cdot 9} = 4,6 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом}$$

Предельно допустимое значение заземляющего устройства зависит от характеристики электроустановки и заземляющего объекта, а также от удельного сопротивления грунта.

Размещается заземление по контуру и соединяется между собой соединительной полосой.

Движущиеся органы станков могут нанести травму работающему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении. Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор.

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. В соответствии с классификацией шумов, установленной СН 2.2.4/2.1.8.562-96 шумы делятся:

широкополосные; тональные; постоянные; непостоянные; прерывистые; колеблющиеся; импульсные.

В борьбе с производственным шумом применяются методы:

– уменьшение шума (совершенствование технологических операций и применяемого оборудования);

– ослабление на пути следования шума (проводится акустическая обработка помещений, основанная на явлении поглощения звука волокнисто-пористыми материалами);

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 дБ. Шум большинства металлорежущих станков лежит в средне- и высокочастотной областях – 500...8000 Гц с допустимыми уровнями звукового давления 83...74 дБ.

Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего).

Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы – амортизаторы.

Предельно допустимая норма вибраций (уровень виброскорости) по СН 2.2.4/2.1.8.566-96 или ГОСТ12.1.012-78:

общая – 92 дБ, для средней частоты октавных полос – 16; 31,5; 63 Гц;

общая – 93 дБ, для средней частоты октавной полосы – 8 Гц;

общая – 99 дБ, для средней частоты октавной полосы – 4 Гц;

общая – 108 дБ, для средней частоты октавной полосы – 2 Гц;

местная – 124 дБ.

Также необходимо отметить, что особо опасной является вибрация с частотой 6...9 Гц, которая близка к собственной частоте колебаний внутренних органов человека; при её воздействии возникает резонанс, который увеличивает колебания внутренних органов, расширяя их или сужая, что весьма вредно. Чем больше амплитуда колебаний, тем больше энергия колебательных движений и тем сильнее на них реакция человека.

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая подразделяется на стружку скалывания и сливную.

Стружка скалывания образуется при операциях фрезерования. Защитой от такого вида стружки являются экраны и щитки, предохраняющие работающего.

Сливная стружка образуется при точении, растачивании, сверлении. Она сходит в виде непрерывной ленты и может острыми кромками нанести работающему тяжелую травму.

При высоких скоростях резания стружка имеет высокую температуру 600÷700°С, что может нанести ожоги.

Режимы резания выбраны с таким расчётом, чтобы сечение стружки делало её хрупкой и облегчало измельчение.

СОТС выбрана учитывая разрешение министерства здравоохранения РФ в соответствии с ГОСТ 12.3.025–80:

- Укринол ОСТ 92-9372-80 – однородная маслянистая жидкость коричневого цвета;

- Эмульсол НГЛ-205 (ТУ 0258-028-23763315-2005) – маслянистая жидкость темно-коричневого цвета;
- «ОСМ-1»ТУ 38 УССР 201228-81 – однородная маслянистая жидкость от светло-желтого до светло-коричневого цвета

Допустимая концентрация вредных веществ для здоровья человека соответствует ГОСТ 12.0.004–79. Периодичность замены СОТС устанавливается по результатам контроля не реже одного раза в месяц, эмульсий – одного раза в неделю, полусинтетических жидкостей – одного раза в две недели.

Не реже одного раза в неделю должен производиться анализ СОТС на отсутствие микробов, вызывающих кожные заболевания. Дополнительно контроль может проводиться при появлении запаха или раздражении кожи.

Хранить и транспортировать СОТС необходимо в чистых стальных резервуарах, изготавливаемых из белой жести, оцинкованного листа или пластмасс. СОТС хранится в соответствии с требованиями СНиП 11–106–72.

2.6 Психологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте

Правильное расположение и компоновка рабочего места, обеспечение удобной позы и свободы трудовых движений, использование оборудования отвечающего требованиям эргономики и инженерной психологии обеспечивают наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшают утомляемость и предотвращают опасность получения травм и возникновения профессиональных заболеваний. Неправильное положение тела на рабочем месте приводит к возникновению статической усталости, снижению качества и скорости работы, а так же снижению реакции на опасность.

Таким образом, для обеспечения эффективной и безопасной трудовой деятельности работника нужно учитывать все выше перечисленные факторы. Их несоблюдение ведёт к психической нестабильности, а именно, раздражительности, нервозности и утомляемости работника, что негативно сказывается на здоровье работающего и на производстве.

Для рабочих участвующих в технологическом процессе обработки резанием, должны быть обеспечены рабочие места, не стесняющие их действий во время выполнения работы. На рабочих местах должна быть предусмотрена площадь, на которой размещаются стеллажи, тара, столы и другие устройства для размещения оснастки материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовых деталей и отходов производства. На каждом рабочем месте около станка на полу должны быть деревянные решётки на всю длину рабочей зоны, а по ширине не менее 0,6 м от выступающих частей станка. При разработке технологических процессов необходимо предусматривать рациональную организацию рабочих мест. Удобное расположение инструмента и приспособлений в тумбочках и на стеллажах, заготовок в специализированной таре, применение планшетов для чертежей позволяет снизить утомление и производственный травматизм рабочего.

2.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или в следствие этих действий предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность – это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Производственные помещения, в которых осуществляется обработка резанием, должны соответствовать требованиям СНиП II–2–80, СНиП II–89–80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП II–92–76. Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009–83:

- огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением – 2 шт;
- песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением – 0,5 м³;
- кран внутреннего пожарного водопровода – 1 шт;
- огнетушитель углекислотный ОУ-8 – 2 шт.

При проектировании и строительстве производственных зданий (электромашинных помещений, трансформаторных подстанций) необходимо учитывать категорию пожароопасности производства. Согласно СНиП 2-90-81 в зависимости от характеристики обращающихся в производстве веществ и их количества производства подразделяются по пожарной и взрывной опасности на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д и Е. Производства категорий А, Б, В характеризуется обращением горючих газов, жидкостей, пылей с различными показателями пожароопасности от более опасных (категория А – склады бензина, аккумуляторные) до менее опасных (категория Б – размольные отделения мельниц, мазутное хозяйство, категория В – применение и хранение масел, узлы пересыпки угля); Г – наличие веществ, материалов в горячем, раскаленном, расплавленном состоянии – котельные, РУ с масляными выключателями, литейные, кузнечные; Д – наличием негорючих веществ в холодном состоянии (электроремонтные мастерские, щитовые); Е – взрывоопасные производства - наличие газов и взрывоопасной пыли, но в таком количестве, что возможен только взрыв без последующего

горения (зарядные станции). Согласно СНиП 2-90-81 рассматриваемый участок принадлежит категории В.

2.8 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

Важнейшей задачей современности является проблема защиты окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий в атмосферу, воду и недра земли на современном этапе развития достигли уровня загрязнения, значительно превышающего допустимые санитарные нормы.

Природоохранительная деятельность предприятий осуществляется в соответствии с требованиями закона Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды», постановлением правительства Российской Федерации и разработанными на их основе нормативно-техническими документами. Управление природоохранной деятельностью предприятия осуществляется в соответствии с требованиями «Положения об организации работ по охране окружающей среды», разработанного отделом охраны природы и утвержденного руководством предприятия.

Государственный контроль производится Министерством природы Российской Федерации и территориальными комитетами по охране окружающей среды и природных ресурсов.

Основное мероприятие по охране окружающей среды от загрязнений – создание безотходных промышленных предприятий.

2.8.1 Охрана атмосферы

Большую опасность представляет собой загрязнение атмосферы. Выбросы в атмосферу – неотъемлемая часть любого технического процесса.

В человеческий организм вредные вещества могут попасть через дыхательные пути, пищеварительный тракт и кожный покров. Наибольшее значение имеет поступление их через органы дыхания, потому загрязнение атмосферы представляет для здоровья человека наибольшую опасность. Наряду с органами дыхания, содержащиеся в воздухе вредные вещества, поражают органы зрения и обоняния.

Министерством здравоохранения Российской Федерации установлены предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе. На величину концентраций вредных примесей в атмосфере влияют метеорологические условия, определяющие перенос и рассеивание примесей в воздухе.

Основные меры защиты атмосферы от загрязнения промышленными пылями и туманами предусматривают широкое использование пыле- и туманоулавливающих аппаратов и систем, основанных на принципиальных особенностях процесса очистки.

В данном технологическом процессе применяют следующее пылеочистное оборудование:

- сухие пылеуловители – аппараты, в которых отделение частиц примесей от воздушного потока происходит механическим путем за счет сил гравитации и инерции. Данные пылеуловители обладают компактностью, т.к. вентилятор и пылеуловитель находятся в одном корпусе.

- электрофильтры – аппараты электрической очистки газов от взвешенных в них частиц пыли и тумана. Этот процесс основан на ударной ионизации газа в зоне ионизирующего разряда, передача разряда ионов частицам примесей и осаждением примесей на осадительных электродах. Загрязненные газы, поступающие в электрофильтр, всегда оказываются частично ионизированными за счет различных внешних воздействий, поэтому они способны проводить ток, попадая в пространство между двумя электродами. Величина силы тока зависит от числа ионов и напряжения между электродами. При увеличении напряжения между электродами вовлекается все большее число ионов и величина тока растет до тех пор, пока в движении ни окажутся все ионы, имеющиеся в газе.

2.8.2 Охрана водного бассейна

Водоохранная деятельность предприятия осуществляется в соответствии с требованиями «Водного кодекса Российской Федерации», «Правил охраны поверхностных вод» и разработанными на их основе предельно-допустимых нормативов сбросов загрязняющих веществ в водоемы. Предприятием разработан план мероприятий по достижению этих нормативов. По результатам их выполнения предприятию ежегодно выдается разрешение на сброс вредных веществ в водоемы.

Хозяйственно-бытовые сточные воды предприятия отводятся в коммунальный коллектор и далее на городские очистные сооружения. Производственные и ливневые сточные воды отводятся по отдельной схеме в реку.

На предприятии эксплуатируется ряд локальных очистных сооружений по очистке производственных вод, где широко применяются высокоэффективные методы очистки: флотация, фильтрование и др. Схема локального сооружения зависит не только от типа загрязнения сточных вод, но и от вида и последовательности проведения технологического процесса, мощности предприятия.

Для сокращения объемов сбросов сточных вод на заводе используется система оборотного водоснабжения.

На машиностроительном предприятии очистка сточных вод происходит в два этапа:

- а) сточные воды очищаются в локальных очистных сооружениях от примесей, наиболее характерных для данного технологического процесса.
- б) осуществляется очистка общего стока предприятия.

Степень очистки сточных вод определяется назначением очистных стоков: повторное использование в оборотном водоснабжении, сброс в водоемы или сброс в городскую канализацию.

Виды загрязнения могут быть следующими:

- механические примеси, в том числе гидрооксиды металлов;
- эмульсии;
- моющие растворы;
- растворенные токсичные соединения органического и минерального происхождения.

2.8.3 Утилизация и ликвидация промышленных отходов

Работа по утилизации и захоронению отходов ведется в соответствии с требованиями «Правил охраны окружающей среды от отходов производства и потребления в Российской Федерации».

Предприятием ежегодно разрабатывается проект по размещению отходов. Разрешение на их размещение выдается территориальным комитетом по охране окружающей среды и природных ресурсов.

В процессе производства образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть вновь использованы как сырье для промышленной продукции.

Основными направлениями ликвидации твердых промышленных отходов является вывоз и захоронение на полигонах, сжигание, складирование и хранение на территории предприятия до появления новой технической переработки их в полезный продукт – сырье.

Порядок сбора, накопления, транспортировки, утилизации и захоронения отходов регламентируется приказами руководителя предприятия, главного инженера, инструкциями по эксплуатации оборудования.

2.9 Заключение

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них:

- от поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства.
- для обеспечения допускаемых параметров микроклимата применяется воздушно-отопительный агрегат который обеспечивает подогрев воздуха, подаваемого в производственные помещения в холодный период года. (см. чертеж).
- для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах.
- для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников СЗ-4 ДРЛ.
- от механических повреждений стружкой, станки оборудованы стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией.

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние, однако влияние некоторых вредных факторов не удалось предотвратить, таких как шум, издаваемый движущимися органами станков, неоптимальные параметры микроклимата, т. к. отсутствует система кондиционирования воздуха, поэтому в летний период возможно возникновение отклонений параметров микроклимата (температуры и относительной влажности) на рабочем месте.

3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студент гр. 10А41

(Подпись)

О. Д. Соловьева

(Дата)

Консультант
ассистент кафедры ЭиАСУ

(Подпись)

Д. М. Нестерук

(Дата)

Нормоконтроль
к.т.н., доцент кафедры ТМС

(Подпись)

К. В. Зайцев

(Дата)

3.1 Расчет объема капитальных вложений

Целью экономической части является расчет себестоимости детали корпус 4МЮ 23/32 31.15.220СБ при мелко-серийном производстве.

- Норма расхода материала – 3,95 кг;
- Вес детали – 2,3 кг;
- Материал – Сталь 35 ГОСТ 977-88;
- Годовой объем выпуска – 2000 шт.

В объем капитальных вложений входит:

- стоимость технологического оборудования;
- стоимость вспомогательного оборудования;
- стоимость инструментов и инвентаря;
- стоимость эксплуатируемых помещений;
- стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- сумма денежных оборотных средств.

3.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования ($K_{то}$) представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \quad (3.1)$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением i -ой операции, шт.;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб.

Стоимость технологического оборудования взяты из ООО «Юргинский Машзавод», цех №58. Расчет сводим в таблицу 2.1

Таблица 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	$K_{то i}$, руб.
005,015,055	ГФ2171С5	1 500 000	1	1 500 000
025,035	ИР320ПМФ4	450 000	3	1 350 000
045,050	3П722	510 000	1	510 000
065	2М112	600000	1	600 000
Всего				3 960 000

3.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования определим приближенно – 30 процентов стоимости технологического оборудования:

$$K_{\text{во}} = K_{\text{то}} \cdot 0,30, \quad (3.2)$$

где $K_{\text{во}}$ – стоимость вспомогательного оборудования, руб.;

$K_{\text{то}}$ – стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{\text{во}} = K_{\text{то}} \cdot 0,30 = 3960000 \cdot 0,30 = 1188000 \text{ руб.}$$

3.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию может быть установлена приближенно в размере 10 – 15 процентов от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

- инструментов всех видов (резцы, фрезы, сверла, штангенциркуль, шаблоны и т.д.) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (приспособления для крепления заготовок на станках, зажимы, тески и т.д.);
- производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);
- хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.).

$$K_{\text{ии}} = K_{\text{то}} \cdot 0,15, \quad (3.3)$$

где $K_{\text{ии}}$ – стоимость инструментов и инвентаря, руб.;

$K_{\text{то}}$ – стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{\text{ии}} = K_{\text{то}} \cdot 0,15 = 3960000 \cdot 0,15 = 594000 \text{ руб.}$$

3.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

$$C_{\text{п}}^{\text{II}} = (S_{\text{пп}} \cdot A_{\text{пп}} + S_{\text{сп}} \cdot A_{\text{сп}}) \cdot T, \quad (3.4)$$

где $S_{\text{пп}}, S_{\text{сп}}$ – соответственно производственная и складская площадь, м^2 ;

$A_{\text{пп}}, A_{\text{сп}}$ – арендная плата 1м^2 за месяц, руб./ м^2 ;

T – отчетный период ($T=12$ мес.).

$$C_{\text{п}}^{\text{II}} = (200 \cdot 200 + 50 \cdot 200) \cdot 12 = 600000 \text{ руб.}$$

3.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{H_{\text{м}} \cdot N \cdot Ц_{\text{м}}}{360} \cdot T_{обм} = \frac{3,95 \cdot 2150 \cdot 41,2}{360} \cdot 30 = 29157,58 \text{ руб.}, \quad (3.5)$$

где $H_{\text{м}}$ - норма расхода материала, кг/ед;

N - годовой объем производства продукции, шт.;

$Ц_{\text{м}}$ - цена материала, $Ц_{\text{м}} = 41,2$ руб./кг;

$T_{обм}$ - продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях.

3.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{нзп}$) определяется из следующего выражения:

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_{г}}{360} = \frac{2150 \cdot 5 \cdot 191,45 \cdot 0,93}{360} = 5316,72 \text{ руб.}, \quad (3.6)$$

где $T_{ц}$ - длительность производственного цикла, дни;

C' - себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$k_{г}$ - коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C' = \frac{H_{\text{м}} \cdot Ц_{\text{м}}}{k_{\text{м}}} = \frac{3,95 \cdot 41,2}{0,85} = 191,45 \text{ руб.}, \quad (3.7)$$

где $k_{\text{м}}$ - коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ($k_{\text{м}} = 0,8 \div 0,85$).

Коэффициент готовности:

$$k_{г} = (k_{\text{м}} + 1) \cdot 0,5 = (0,85 + 1) \cdot 0,5 = 0,93 \quad (3.8)$$

3.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{гп} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{гп} = \frac{191,45 \cdot 2150}{360} \cdot 7 = 8003,67 \text{ руб.}, \quad (3.9)$$

где $T_{гп}$ - продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

3.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{дз} = \frac{B_{пн}}{360} \cdot T_{дз} = \frac{82611,6}{360} \cdot 20 = 4589,53 \text{ руб.}, \quad (3.10)$$

где B_{pn} - выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$T_{дз}$ - продолжительность дебиторской задолженности ($T_{дз}=7\div 40$), дней.

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем:

$$B_{pn} = C' \cdot N \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right) = 32,02 \cdot 2150 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 82611,6 \text{ руб.}, \quad (3.11)$$

где p - рентабельность продукции ($p = 15 \div 20\%$).

3.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приближенно принимается 10% от суммы материальных оборотных средств.

$$C_{обс} = K_{пзм} \cdot 0,10 = 71198,75 \cdot 0,10 = 7119,875 \text{ руб.} \quad (3.12)$$

3.1.10 Сумма капитальных вложений

Сумма капитальных вложений определяется по формуле:

$$C_{к.в.} = K_{то} + K_{во} + K_{ин} + C_{п} + K_{пзн} + K_{нзп} + C_{обс}, \quad (3.13)$$

$$C_{к.в.} = 3960000 + 1188000 + 594000 + 600000 + 71198,75 + 12982,7 + 7119,88 = 6433301,33 \text{ руб.}$$

3.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

3.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_m) рассчитываются по формуле:

$$C_m = N \cdot (Ц_m \cdot H_m \cdot K_{тзр} - Ц_o \cdot H_o), \quad (3.14)$$

где $K_{тзр}$ – коэффициент транспортно - заготовительных расходов ($K_{тзр}=1,04$);

$Ц_o$ – цена возвратных отходов, $Ц_o = 3 \text{ руб/кг}$;

H_o – норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = m_3 - m_0 = 3,95 - 2,3 = 1,65 \text{ кг/шт}, \quad (3.15)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг.

Расчет сводим в таблицу 2.2

Таблица 2.2 - Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_m , руб.
Деталь	888560,4	25987,5	862572,9
Всего:			862572,9

3.2.2 Расчёт заработной платы производственных работников

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{шпi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (3.16)$$

где m – количество операций технологического процесса;

$t_{шпi}$ - норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед;

$C_{часj}$ - часовая ставка j -го разряда, ООО «Юргинский машзавод» в 2018 г. руб./час;

k_n - коэффициент, учитывающий премии и доплаты ($k_n \approx 1,5$);

k_p - районный коэффициент ($k_p=1,3$).

Таблица 2.3 - Расчёт заработной платы производственных работников

Профессия рабочего	$t_{шпi}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часi}$, руб.	$C_{зоi}$, руб
Фрезеровщик	14,25	3	1	29,65	72091,2
Шлифовщик	6,4	4	1	33,15	36199,8
Оператор станков с ЧПУ	30,8	4	1	33,15	174211,5
Оператор станков с ЧПУ	30,8	4	1	33,15	174211,5
Оператор станков с ЧПУ	8,7	4	1	33,15	49209,1
Фонд заработной платы всех рабочих					524135,7

3.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисления на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{зо} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (3.17)$$

где $C_{осо}$ – отчисления на социальные нужды, руб.;

$C_{зо}$ – основная заработная плата, руб.;

α_1 – обязательные социальные отчисления, $\alpha_1 = 0,30$ руб./год;

α_2 – социальное страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, $\alpha_2 = (0,03 \div 1,7)$ руб./год.

$$C_{oco} = 524135,7 \cdot (0,30 + 0,08) = 199171,5 \text{ руб./год.}$$

3.2.4 Расчет амортизации основных фондов

Амортизация основных фондов – это перенос части стоимости основных фондов на вновь созданный продукт для последующего воспроизводства основных фондов к времени полного износа.

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейным и нелинейным.

3.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

При крупном масштабе производства, при полной загрузке оборудования сумма амортизационных начислений распределяется на каждую единицу продукции равномерно.

В расчетах ВКР целесообразно определить годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод:

$$a_{ni} = \frac{1}{T_0} \cdot 100\%, \quad (3.18)$$

где a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

T_0 – срок службы оборудования, $T_0 = (3 \div 12)$ лет.

$$a_{ni} = \frac{1}{12} \cdot 100\% = 8,33\%$$

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n \Pi_i \cdot a_{ni}, \quad (3.19)$$

где A – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

Π_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб.;

a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования.

Списание стоимости происходит равномерно и к концу срока использования достигается нулевая балансовая стоимость.

При небольшом объеме производства и не полной загрузки оборудования (оборудование загружено еще производством других видов продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на один час работы оборудования:

$$A_{\text{ч}} = \sum_{i=1}^n \frac{\Pi_i \cdot a_{ni}}{F_{\text{д}} \cdot K_{\text{вpi}}}, \quad (3.20)$$

где $A_{\text{ч}}$ – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

Π_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб.;

a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования, $F_d = 1987$ часов;

$K_{ври}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени.

Таблица 2.4 – Расчет амортизационных отчислений

№ операции	Π_i , руб.	a_{ni} ,	F_{di} , час.	$K_{ври}$	Q_i , шт.	$A_{чi}$, руб.
005,015,055	1500000	0,0833	1987	0,647	1	97,19
025	450000	0,0833	1987	0,7	2	53,9
035	450000	0,0833	1987	0,395	1	47,76
045,050	510000	0,0833	1987	0,296	1	72,23
065	600000	0,0833	1987	0,163	1	154,32
Вспомогательное оборудование	1188000	0,0555	1987	1	1	33,18
Амортизационные отчисления для всех станков ($A_{чi}$) на программу						458,58

3.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы. $A_{зи} = C_{\Pi}^{\Pi} = 600000$ руб.

3.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_p = (K_{то} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_{\Pi} \cdot k_{з.рем}, \quad (3.21)$$

где $K_{во}$ – стоимость вспомогательного оборудования, руб.;

$K_{то}$ – стоимость технологического оборудования, руб.;

$$K_{во} = K_{то} \cdot 0,30 = 3960000 \cdot 0,30 = 1188000 \text{ руб.}$$

C_{Π} – стоимость эксплуатируемых помещений;

$$C_p = (3960000 + 1188000) \cdot 0,002 + 600000 \cdot 0,05 = 40296 \text{ руб}$$

3.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

3.2.6.1 Затраты на СОЖ

Затраты на СОЖ определяем по формуле[10]:

$$C_{\text{СОЖ}} = n \cdot N \cdot g_{\text{ох}} \cdot \text{ц}_{\text{ох}}, \quad (3.22)$$

где $C_{\text{СОЖ}}$ – затраты на СОЖ, руб.;

n – количество станков, шт.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

$g_{\text{ох}}$ – средний расход, охлаждающий жидкости для одного станка,

$g_{\text{ох}} = 0,03$ кг/дет.;

$\text{ц}_{\text{ох}}$ – средняя стоимость охлаждающей жидкости, руб./кг.

$$C_{\text{СОЖ}} = 6 \cdot 2150 \cdot 0,03 \cdot 37 = 14319 \text{ руб.}$$

3.2.6.2 Затраты на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяем по формуле[10]:

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \cdot \text{ц}_{\text{возд}} \cdot N}{60} \sum t_{\text{oi}}, \quad (3.23)$$

где $C_{\text{возд}}$ – затраты на сжатый воздух, руб.;

$g_{\text{возд}}$ – расход сжатого воздуха, $g_{\text{возд}} = 0,7$ м³/ч;

$\text{ц}_{\text{возд}}$ – стоимость сжатого воздуха, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

t_{oi} – основное время на каждой операции, мин.

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 65,30 \cdot 2150}{60} \cdot 14,25 = 23340,66 \text{ руб.}$$

3.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чэ}} = \sum_{i=1}^m N_{\text{yi}} \cdot F_{\text{д}} \cdot K_{\text{N}} \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot \text{ц}_{\text{э}}, \quad (3.24)$$

где $C_{\text{чэ}}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

N_{yi} – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением i -ой операции, кВт;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования, $F_{\text{д}} = 1987$ часов;

K_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,
 $K_N = 0,5$;

$K_{вр}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени,
 $K_{вр} = 0,3$

$K_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{од} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{од} = 0,7$;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода,
 $K_{\omega} = 1,06$

η – КПД оборудования, $\eta = 0,7$;

Π_{\odot} – средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети) на 2018 г., $\Pi_{\odot} = 6,97$ руб.

Таблица 2.5 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	Q_i , шт.	$C_{чэi}$, руб.
005,015,055	11	1	7876
025,035	7,5	3	16110
045,050	15	1	10740
065	4	1	2864
Затраты на электроэнергию для всех операций			30500

3.2.8 Затраты на инструмент приспособление и инвентарь

Стоимость инструмента для изготовления данной детали ($K_{инд} = K_{ини} \cdot 0,05 = 27450$ руб) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учет как плановые показатели включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятии затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

3.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k C_{3Mj} \cdot \Pi_{врj} \cdot 12 \cdot k_{nj} \cdot k_{pj} \cdot k_y, \quad (3.25)$$

где $C_{звр}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.;

k – количество вспомогательных рабочих;

C_{3Mj} – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$\text{Ч}_{\text{врj}}$ – численность рабочих по соответствующей профессии, чел.;
 k_{nj} – коэффициент, учитывающий премии и доплаты для вспомогательных рабочих, $k_{\text{nj}} = (1,2 \div 1,3)$;
 k_{pj} – районный коэффициент, $k_{\text{pj}} = 1,3$;
 k_y – коэффициент участия работника в изготовлении детали, $k_y = 0,08$.
 $C_{\text{зврВСП}} = 9536,17 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,08 = 15471$ руб.
 Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:
 $C_{\text{овр}} = C_{\text{звр}} \cdot (0,30 + 0,05)$, (3.26)
 где $C_{\text{овр}}$ – сумма отчислений за год, руб./год;
 $C_{\text{звр}}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.
 $C_{\text{овр}} = 15471 \cdot (0,30 + 0,05) = 4796$ руб.

3.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

Заработная плата административно-управленческого персонала определяется по формуле:

$$C_{\text{зауп}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{заупj}} \cdot \text{Ч}_{\text{аупj}} \cdot 12 \cdot k_{\text{pj}} \cdot k_{\text{ндj}} \cdot k_y, \quad (3.27)$$

где $C_{\text{зауп}}$ – заработная плата административно-управленческого персонала;
 k – количество административно-управленческого персонала;
 $C_{\text{заупj}}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.;
 $\text{Ч}_{\text{аупj}}$ – численность работников административно-управленческого персонала, чел.;
 k_{pj} – районный коэффициент, $k_{\text{pj}} = 1,3$;
 k_y – коэффициент участия работника в изготовлении детали, $k_y = 0,02$.
 $k_{\text{ндj}}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

$$C_{\text{заупРУК}} = 13450 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 272766 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{заупСПЕЦ}} = 11500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 233220 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зауп}} = (272766 + 233220) \cdot 0,02 = 10119,7 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{оауп}} = C_{\text{зауп}} \cdot (0,30 + 0,02), \quad (3.28)$$

где $C_{\text{оауп}}$ – сумма отчислений за год, руб./год;

$C_{\text{зауп}}$ – заработная плата административно-управленческого персонала, руб.

$$C_{\text{оауп}} = 10119,7 \cdot (0,30 + 0,02) = 3238,3 \text{ руб.}$$

3.2.11 Прочие расходы

В прочие расходы входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления на социальные фонды, платежи по обязательству страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, специальной одежды вознаграждения за изобретательства и рационализации, и др.

Прочие расходы рассчитываются как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = \text{ПЗ} \cdot N \cdot 0,1, \quad (3.29)$$

где $C_{\text{проч}}$ – прочие расходы, руб.;

ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.

$$C_{\text{проч}} = 298,08 \cdot 2150 \cdot 0,1 = 64087,2 \text{ руб.}$$

3.3 Экономическое обоснование технологического проекта

При данной годовой программе выпуска (2000шт.) изделия корпус 4МЮ 23/32 31.15.200СБ 1 и разработанном производственном процессе: себестоимость изделия составляет 483,99, при изготовлении по базовому техпроцессу 677,06 руб., предполагаемое снижение себестоимости составит $(677,06 - 483,99) \cdot 677,06 = 28\%$, что показывает о рентабельности капитальных вложений и безубыточности предприятия. Проведенные в разделе расчеты вносим в смету затрат, представленную в таблице 2.5, основные технико-экономические показатели вносим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед.	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	298,08	1564915
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	164,3	862572,9
заработная плата производственных рабочих	99,83	524135,7
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	33,94	178206,1
Косвенные затраты:	185,91	976048,9
амортизации оборудования предприятия	0,087	458,8
арендная плата или амортизация помещений	114,28	600000
отчисления в ремонтный фонд	7,67	40296
вспомогательные материалы на содержание оборудования	17,51	91959,66

затраты на силовую электроэнергию	5,8	30500
износ инструмента	5,22	27450
заработная плата вспомогательных рабочих	2,3	15471
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	0,71	4796
заработная плата административно-управленческого персонала	1,92	10119,7
отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала	0,53	3238,3
прочие расходы	29,808	156492

Таблица 2.7 – Основные показатели

Показатели	Величина
Годовая программа, шт	2150
Трудоемкость изготовления 1 детали, шт/час	1,06
Количество единиц оборудования, шт	6
Количество производственных рабочих, шт	6
Количество вспомогательных рабочих, шт	4
Количество работников административно-управленческого персонала, шт	2
Норма расхода материала, кг	3,95

Таблица 2.7 – Основные показатели

Производственная себестоимость, руб/ед	164,3
Общехозяйственные затраты, руб/ед	133,78
Общезаводские затраты, руб/ед	185,91
Себестоимость одной детали, руб	483,99

При изготовлении по базовому техпроцессу 677,06 руб., предполагаемое снижение себестоимости составит $(677,06 - 483,99) \cdot 677,06 = 28\%$, что показывает о рентабельности капитальных вложений и безубыточности предприятия.

4 Квалиметрическая оценка проекта

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления детали корпус 4МЮ 23/32 31.15.220 в условиях мелкосерийного производства. В технологическом процессе применены более точные методы получения поверхностей. При разработке технологического процесса механической обработки применены виды металлорежущего оборудования, а также конструкции металлорежущих инструментов.

Были рассмотрены два метода получения заготовки, из которых более рациональным было принято получение заготовки на КГШП. Анализ был проведен по технологической себестоимости заготовки:

$$S_1=168,37р, K_{им1}=0,58$$

$$S_2=178,13р, K_{им1}=0,4$$

При выполнении выпускной квалификационной работы, технологичность изделия была повышена, а именно: применен более производительный метод получения заготовки, уменьшены припуски на механическую обработку (увеличен $K_{и.м.}$), более рационально построен маршрут обработки детали для условий мелкосерийного производства, с применением более производительного оборудования, оснастки и инструмента, а также применен метод концентрации операций:

- базовый ТП – 16 операций
- спроектированный ТП – 8 операций.

Концентрация операций позволила сократить время на изготовление детали:

$$\text{- базовый ТП} - \sum T_{шт-к} = 98,6\text{мин}$$

$$\text{-спроектированный ТП} - \sum T_{шт-к} = 64,25.\text{мин}$$

В конструкторской части проекта было разработано и спроектировано специальное приспособление. Произведены расчет приспособления на точность и силовой расчет.

В организационной части проекта рассчитано количество технологического оборудования, необходимого для выполнения годовой программы выпуска деталей, средний коэффициент загрузки оборудования составил 48,3%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бибик Б.П., Моховиков А.А., Петрушин С.И., Петкау Э.П., Тихомиров Ю.С. Технология машиностроения: методические указания к выполнению выпускной квалификационной работы для студентов специальности 151001 „Технология машиностроения” всех форм обучения.- Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006.-32с.
2. Горбачевич А.Ф., Чеботарев В.Н., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск, Высшая школа, 1975.- 288с.
3. ГОСТ 26645-85 Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
4. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е. М., Машиностроение, 1971.-384с.
5. Касилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т1. 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение,1985.-656с.
6. Касилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т2. 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение,1985.-496с.
7. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. - М.: Издательство стандартов, 1992. -464с.
8. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. –Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2002. -96с.
9. Арустамов Э.А. Безопасность жизнедеятельности. –М.: Дашков и К,2003. - 496с.
10. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974. - 422 с.
11. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 1. Нормативы времени. - М.: Экономика, 1990.
12. Ансеров М.А., Бутковский Б.Д. Приспособления для фрезерных станков. Машгиз, 1953. – 296с.
13. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Изд. 4-е, перераб. и доп. Кн.1. М., Машиностроение,- 416с.
14. Арсенов М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1960. – 620с.
15. Корсаков В.С., Кован В.М., Косилова А.Г., Калинин М.А. Основы технологии машиностроения. Изд. 3-е, доп. и перераб. Учебник для вузов. М., Машиностроение, 1977. -416с.
16. Кузнецов Ю.И. Станочные приспособления с гидравлическими приводами. М., Машиностроение, 1974. – 152с.
17. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник в 2-х томах. Т. 1 / под общ ред.. - М.: Машиностроение, 1984. - 592 с.

18. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник в 2-х томах. Т. 2 / под общ ред.. - М.: Машиностроение, 1984. - 656 с.
19. Гришагин В.М., Портола В.А., Фарберов В.Я. Охрана труда, безопасность и экологичность проекта. Учебно-методическое пособие. -Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 177с.
20. Боровский Г.В., Григорьев С.Н., Маслов А.Р. Справочник инструментальщика. / Под общей редакцией А.Р. Маслова. М.: Машиностроение, 2005.-464с.
21. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В., Кокарев В.И. Режущий инструмент: Учебник для вузов/ Под редакцией С.В. Кирсанова 2-е изд. доп. М.: Машиностроение, 2005.-528с.
22. Петкау Э.П., Матвеев В.С., Журавлев В.А. Проектирование машиностроительного производства: Учебное пособие. -Томск: Изд. ТПУ, 2006. -237с.
23. Шнейдер Ю.Г. Инструмент для чистовой обработки металлов давлением. «Машиностроение», 1970г.
24. Резников А.Н. Абразивная обработка материалов. Справочник. Под ред. д-ра техн. наук проф. А.Н. Резникова. М., «Машиностроение», 1977г.
25. Соколов С.П. Обработка деталей абразивными брусками. 1967г.
26. Лурье Г.Б. Основы технологии абразивной доводочно-притирочной обработки. Учебник повышения квалификации рабочих. М., «Высш. школа», 1973г.